



Maria Luísa Rosado Albano França

Licenciatura em Bioquímica

**Integração em Projecto de Melhoria de
Características Físicas do produto Bolo
com Pepitas de Chocolate:
Monitorização do Processo**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Tecnologia e Segurança Alimentar

Orientadora: Professora Doutora Ana Lúcia Monteiro Durão Leitão,
Professora Auxiliar, FCT-UNL

Co-Orientadora: Engenheira Inês Bernardo, Responsável pela
Qualidade na Fábrica de Mem Martins da Empresa
Panrico- Produtos Alimentares, Id^a

Júri:

Presidente: Professora Doutora Benilde Simões Mendes
Arguente: Professora Doutora Ana Sofia Leonardo Vilela de Matos
Vogal: Professora Doutora Ana Lúcia Monteiro Durão Leitão



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro de 2016



Maria Luísa Rosado Albano França

Licenciatura em Bioquímica

**Integração em Projecto de Melhoria de
Características Físicas do produto Bolo
com Pepitas de Chocolate:
Monitorização do Processo**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Tecnologia e Segurança Alimentar

Orientadora: Professora Doutora Ana Lúcia Monteiro Durão Leitão,
Professora Auxiliar, FCT-UNL

Co-Orientadora: Engenheira Inês Bernardo, Responsável pela
Qualidade na Fábrica de Mem Martins da Empresa
Panrico- Produtos Alimentares, Id^a

Por vontade do autor, a presente dissertação não segue as regras do novo
acordo ortográfico

“Integração em Projecto de Melhoria de Características Físicas do produto Bolo com Pepitas de Chocolate: Monitorização do Processo” COPYRIGHT[®] 2016 de Maria Luísa Rosado Albano França, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

*“O êxito é uma ciência.
Tendo as condições, o resultado aparece”*

OSCAR WILDE

AGRADECIMENTOS

Finalizada mais uma etapa da minha vida académica, gostaria de agradecer a todos aqueles que, directa ou indirectamente, me ajudaram na realização deste projecto, proporcionando-me conhecimento e crescimento profissional e pessoal, em especial:

À Professora Doutora Benilde Mendes, coordenadora do Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar, agradeço pela forma, simpatia e disponibilidade com que me recebeu e orientou no início e ao longo destes dois anos.

À professora Doutora Ana Lúcia Leitão agradeço com especial apreço a sua orientação, apoio, acompanhamento, conhecimento, incentivo, conselhos, simpatia, disponibilidade e paciência na elaboração da presente dissertação bem como pelas suas palavras de incentivo nos momentos mais difíceis.

A todos os professores do Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, pois todos contribuíram determinantemente para a minha formação.

À Empresa Panrico- Produtos Alimentares, Id^a agradeço o facto de me ter proporcionado a oportunidade de realização do estágio curricular nas suas instalações e por ter facultado os meios e conhecimentos necessários para a realização deste projecto. Em particular, à Engenheira Inês Bernardo pelo apoio, orientação, incentivo e simpatia que me foram concedidos.

A todo o Departamento de Qualidade gostaria de agradecer o apoio e auxílio prestados, especialmente à Paula Mota pela sua disponibilidade e por ao longo dos seis meses de estágio me ter transmitido muitos dos seus conhecimentos.

À Engenheira Marta Matias, agradeço pela ajuda e acompanhamento prestados ao longo dos seis meses de estágio, assim como pela partilha conjunta de ideias e desafios no decorrer do projecto de melhoria do produto em questão.

Acrescento ainda os meus agradecimentos a todos os operadores da linha de produção, pela colaboração e ajuda que me concederam ao longo do estágio tornando a realização deste trabalho mais fácil, bem como aos restantes funcionários da empresa com os quais fui contactando ao longo destes seis meses.

A toda a minha família agradeço o apoio e palavras de incentivo que sempre me deram nos momentos mais difíceis e delicados ao longo de todo o meu percurso académico. Em especial, manifesto o meu maior reconhecimento aos meus pais, os responsáveis pelo meu grau académico, pois sem o seu esforço, amor e sem as suas palavras certas no momento certo eu não teria conseguido.

Aos meus amigos, um muito e sincero obrigado pelo companheirismo e amizade durante a minha formação.

RESUMO

Num mundo dominado pela competitividade industrial, a Qualidade integra uma necessidade fundamental para a sobrevivência de uma empresa. As indústrias alimentares não são excepção, sendo essencial apostarem numa permanente melhoria dos seus processos e produtos de forma a conseguirem manter a qualidade, segurança alimentar e garantir a completa satisfação das necessidades dos consumidores.

A presente dissertação, realizada no âmbito de um projecto de melhoria desenvolvido na fábrica de Mem Martins da Empresa Panrico[®], teve como objectivo melhorar o processo de fabrico de um dos produtos nela fabricados, o Bolo com Pepitas de Chocolate, de forma a reduzir os defeitos por ele apresentados recorrentemente. Para alcançar o objectivo proposto foi criada uma equipa de melhoria e aplicadas uma série de técnicas de análise e ferramentas da qualidade baseadas na metodologia utilizada pela Panrico[®] em projectos desta natureza, a qual assenta no paradigma *Lean Manufacturing*. De forma a identificar a origem dos defeitos observados no produto, foi efectuada uma observação contínua de todo o processo de fabrico e a recolha e análise de uma ampla gama de amostras de bolos. Com base nas causas identificadas foram, dentro do possível, restabelecidas primeiramente algumas condições básicas de funcionamento da linha de produção e posteriormente implementadas algumas melhorias. Através da metodologia aplicada e acções realizadas pela equipa de melhoria foi possível a redução da ocorrência dos defeitos ao nível das características físicas do produto e a melhoria do indicador Índice da Qualidade de Saída, atingindo-se assim o objectivo pretendido.

Palavras-chave: Qualidade, Indústrias Alimentares, Melhoria, Bolo com Pepitas de Chocolate, *Lean Manufacturing*, Índice da Qualidade de Saída.

ABSTRACT

In a world dominated by industrial competitiveness, quality integrates an essential need for the survival of a company. The food industry is no exception, being important to have a continuous improvement of its processes and products in order to be able to maintain the quality, food safety and ensure complete satisfaction of consumers.

This work, carried out under a development improvement project in Mem Martins factory Company Panrico®, aimed to improve the manufacturing process of one of its manufactured products, cake with chocolate chips, in order to reduce defects that recurrently appears. To achieve the proposed goal it was created an improvement team and a range of analytical techniques and quality tools based on the methodology used by Panrico in projects of this nature, Lean Manufacturing paradigm, were applied. In order to identify the origin of the observed defects in the product, continuous observation of the whole manufacturing process and collection and analysis of a wide range of cake samples was performed. Based on the identified causes were, as far as possible, first restored some basic conditions of operation of the production line and subsequently implemented some improvements. Through methodology and actions undertaken by the improvement team it was possible to reduce the occurrence of defects at the physical characteristics of the product and improvement of the output quality index indicator, accomplishing the objective of the present study.

Keywords: Quality, Food Industry, Improvement, Cake with chocolate chips, Lean Manufacturing, Output quality index.

ÍNDICE DE MATÉRIAS

AGRADECIMENTOS	vii
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
ÍNDICE DE MATÉRIAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE TABELAS	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS	xix
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento e Objectivos Gerais	2
1.2. Estrutura da Dissertação	3
2. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	5
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
3.1. Filosofia <i>Lean Manufacturing</i>	10
3.1.1. Desperdício	11
3.1.2. Indicadores-chave de desempenho	13
3.1.3. Ferramentas e metodologias associadas ao <i>Lean Manufacturing</i>	14
3.1.4. Benefícios do <i>Lean Manufacturing</i>	17
3.2. O Bolo com Pepitas de Chocolate	18
3.2.1. Principais matérias-primas do bolo com pepitas de chocolate	18
3.2.2. O processo de fabrico do bolo com pepitas de chocolate.	29
4. METODOLOGIA APLICADA.....	35
4.1. Esquema do processo de fabrico do bolo com pepitas de chocolate	37
4.2. Análise preliminar de dados	38
4.3. Acompanhamento do processo de fabrico, recolha e análise de amostras de bolos com pepitas de chocolate	38
4.3.1. Recolha e análise de amostras após etapa de embalagem	38
4.3.2. Recolha e análise de amostras após etapa de cozedura	39
4.3.3. Recolha e análise de amostras após etapa de corte	40

5. TRABALHO EXPERIMENTAL	41
5.1. Constituição da equipa	43
5.2. Etapa 1- Avaliação da situação inicial do bolo com pepitas de chocolate e descrição dos defeitos.....	44
5.3. Etapa 2- <i>Brainstorming</i> de possíveis causas dos defeitos e definição de parâmetros de controlo	45
5.3.1. Análise da formulação do produto.....	46
5.3.2. <i>Brainstorming</i> inicial de possíveis causas	47
5.3.3. Determinação dos parâmetros de controlo e análise.....	48
5.4. Etapa 3- Recolha intensiva e análise de dados do processo e do produto	49
5.4.1. Recolha de dados do processo e do produto	49
5.4.2. Análise dos dados recolhidos.....	49
5.5. Etapa 3- Identificação das causas básicas dos defeitos	64
5.6. Etapa 4- Planificação e implementação de acções correctivas e de melhoria	67
5.6.1. Reconstituição de condições básicas	67
5.6.2. Implementação de melhorias	68
5.6.3. Registo gráfico dos resultados obtidos e comprovação da eficácia das acções implementadas.....	69
5.6.4. Resultados globais da linha de fabrico do produto bolo com pepitas de chocolate- Evolução de indicadores	73
5.7. Etapa 5 e 6- Standardização e Seguimento do processo de fabrico do Bolo com pepitas de Chocolate	75
6. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
ANEXOS.....	91
Anexo I- Plano de acções.....	92
Anexo II- Cartas de controlo	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Localização das Fábricas do Grupo Panrico®	6
Figura 3.1: Estrutura Geral do <i>Toyota Production System</i> (TPS)	11
Figura 3.2: Estrutura básica do grão de trigo	19
Figura 3.3: Estrutura do amido: A- amilose, mostrando a estrutura da bobina helicoidal; B- amilopectina com estrutura ramificada	21
Figura 3.4: Alveograma característico para uma farinha de glúten fraco (A) e de glúten forte (B)	22
Figura 3.5: Estrutura da sacarose	25
Figura 3.6: Representação resumida do processo de produção de um produto de panificação industrial como o bolo com pepitas de chocolate.	29
Figura 3.7: Aspecto de uma massa de pão branco nas diversas fases da etapa de amassado até atingir o ponto de batido óptimo. A: Massa depois de atingir a homogeneidade; B: Massa ainda não totalmente desenvolvida; C: Massa totalmente desenvolvida, no ponto ideal ou ponto de véu	30
Figura 4.1: Esquema representativo da metodologia adoptada no desenvolvimento de projectos de melhoria contínua no Grupo Panrico®	36
Figura 4.2: Esquema ilustrativo das principais etapas do processo de fabrico do bolo com pepitas de chocolate.	37
Figura 4.3: Esquema representativo da numeração atribuída à posição dos bolos com pepitas de chocolate no tabuleiro	39
Figura 4.4: Esquema representativo da posição ocupada pelos bolos com pepitas de chocolate no tapete, após a etapa de laminação e corte.	40
Figura 5.1: Resultados referentes a Agosto de 2015 da Fábrica de Mem Martins da Empresa: (A) ICS geral da fábrica; (B) ICS da linha de produção 1; (C) Defeitos apresentados pelo produto no mesmo período.	42
Figura 5.2: Disparidade entre a quantidade de levedura (%) especificada na formulação do produto e a utilizada em média em cada um dos amassados acompanhados.	52
Figura 5.3: Quantidade total de água utilizada (kg) em cada um dos amassados acompanhados e da quantidade total de água especificada na formulação do produto (β).	54
Figura 5.4: Percentagens de cumprimento ou não da ordem de adição dos ingredientes (A) e do momento de adição à massa da mistura de sal com outras substâncias higroscópicas (B). 55	
Figura 5.5: Tempo de batido de cada um dos amassados acompanhados e do intervalo especificado para o bolo com pepitas de chocolate.	56
Figura 5.6: Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) medida em cada um dos amassados acompanhados e do seu intervalo especificado para o bolo com pepitas de chocolate	57
Figura 5.7: Peso médio dos bolos em massa (g) consoante a posição por eles ocupada no tapete	59

Figura 5.8: Representações gráficas das dimensões médias dos requisitos avaliados nos bolos correspondentes aos amassados acompanhados.....	62
Figura 5.9: Peso médio dos bolos (g) após cozedura, consoante a posição por eles ocupada no tapete após a etapa de laminação e corte.	63
Figura 5.10: Diagrama de causa- efeito.....	66
Figura 5.11: Evolução do parâmetro “diferença de diâmetros” até ao fecho da equipa de melhoria.....	70
Figura 5.12: Evolução do parâmetro “diâmetro menor” até ao fecho da equipa de melhoria. ..	71
Figura 5.13: Evolução do parâmetro “peso” do bolo após etapa de cozedura até ao fecho da equipa de melhoria.	71
Figura 5.14: Peso médio dos bolos (g) após cozedura, consoante a posição por eles ocupada no tapete após a etapa de laminação e corte com a alteração da dobra efectuada.	72
Figura 5.15: Evolução dos valores do indicador ICS e indicadores dos defeitos diferença de diâmetros e diâmetro menor no decorrer das semanas do projecto.	73
Figura 5.16: Percentagem de defeitos no bolo com pepitas de chocolate antes da data de arranque (Agosto de 2015) e após fecho (Fevereiro de 2016) do projecto de melhoria.	74
Figura 5.17: Aspecto do bolo com pepitas de chocolate no início do projecto (antes) e no final das semanas após as acções realizadas (depois).	75
Figura 5.18: Imagem dos plegadores do equipamento utilizado no fabrico do bolo com pepitas de chocolate com destaque para a marca efectuada manualmente para definir a posição correcta destes.	75
Figura A.1: Carta de controlo referente à variação do parâmetro “diâmetro menor” no bolo com pepitas de chocolate no decorrer do projecto.	94
Figura A.2: Carta de controlo referente à variação do parâmetro “diferença de diâmetros” no bolo com pepitas de chocolate no decorrer do projecto.	95
Figura A.3: Carta de controlo referente à variação do parâmetro “peso” no bolo com pepitas de chocolate no decorrer do projecto.....	95

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1: Características analíticas dos diferentes tipos de farinha de trigo	20
Tabela 5.1: Valores especificados (cm) e respectivo intervalo de tolerância para os requisitos de qualidade associados às dimensões e à forma do bolo com pepitas de chocolate.	44
Tabela 5.2: Valor mínimo, máximo, médio e desvio padrão de entre os bolos analisados para cada um dos requisitos avaliados.	45
Tabela 5.3: Potenciais causas do defeito apontadas pela equipa de trabalho quando realizado o <i>brainstorming</i> inicial de possíveis causas, e correspondente etapa do processo de fabrico onde estas ocorreriam.....	47
Tabela 5.4: Parâmetros a controlar e recolher em cada uma das etapas do processo de fabrico do bolo com pepitas de chocolate.....	48
Tabela 5.5: Análise de 5 Porquês.....	65
Tabela 5.6: Esquema pré-definido pela equipa de trabalho para a relação entre as melhorias realizadas e os dados observados.....	69
Tabela 5.7: Valores dos indicadores seguidos ao longo do projecto antes e após a data de início deste e respectivas percentagens de redução.	74
Tabela 5.8: Procedimentos a realizar por parte de cada um dos departamentos envolvidos no projecto de melhoria do bolo com pepitas de chocolate.	76
Tabela A.1: Plano de acções de melhoria construído pela equipa de trabalho.	92

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

%H- Percentagem de Humidade

°C- graus Celsius

a_w- Actividade da água

CFPSA- Centro de Formação Profissional para o Sector Alimentar

CO₂- Dióxido de Carbono

CQS- Controlo da Qualidade de Saída

DATEM- *Diacetyl Tartaric Acid Ester of Mono- and Diglycerides* (Ésteres monoacetiltartáricos e diacetiltartáricos de mono e diglicéridos de ácidos gordos)

DCQ- Departamento do Controlo da Qualidade

FDA- *Food and Drug Administration*

FIPA- Federação das Indústrias Portuguesas Agro-Alimentares

HACCP- *Hazard Analysis and Critical Control Points* (Análise de perigos e Controlo de pontos críticos)

I&D- Investigação e Desenvolvimento

ICS- *Indice de Calidad de Salida* (Índice da Qualidade de Saída)

IFS- *International Food Standard*

INE- Instituto Nacional de Estatística

IO- Instrução de Operação

JIT- *Just-in-time*

KAI- *Key Activity Indicator* (Indicador chave de actividade)

KPI- *Key Performance Indicator* (Indicador chave de desempenho)

L- Extensibilidade

O₂-Oxigénio

P- Tenacidade

P/L- Razão Tenacidade/ Extensibilidade

R.C.B- Reconstituição de Condições Básicas

S- Desvio Padrão

TPS- *Toyota Production System*

UE- União Europeia

W- Força

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO E OBJECTIVOS GERAIS

As indústrias agro-alimentares, segundo a Federação das Indústrias Portuguesas Agro-Alimentares (FIPA) e dados estatísticos recentes do Instituto Nacional de Estatística (INE), representam 20 % das indústrias transformadoras em Portugal, sendo o sector considerado como aquele que mais contribui para a economia Portuguesa e Europeia (Alberto, 2015).

Factos como a crescente urbanização, as alterações dos hábitos alimentares e as mudanças do estilo de vida das populações levaram, nas últimas décadas, a uma maior exigência dos consumidores para com as indústrias alimentares no sentido de existir da parte destas um esforço acrescido na produção de alimentos com qualidade, elevado valor nutritivo e de fácil preparação. De forma a adaptar-se e responder em conformidade às novas tendências, o sector alimentar evoluiu no que diz respeito às técnicas de produção, preparação e distribuição de alimentos, fabricando produtos que vão ao encontro das novas exigências e limitações de tempo do consumidor e, simultaneamente, mais aprimorados na sua composição. Assim, tem-se assistido nos últimos anos a uma rápida transformação no sector, não só devido à evolução dos gostos e vivências dos consumidores mas também aos desafios da globalização e ao aumento da concorrência, beneficiando por outro lado das inovações e avanços da tecnologia que possibilitaram a adaptação da produção de pequena para grande escala. Aspectos como a preocupação com a qualidade da matéria-prima, a diferenciação do produto, a aposta no *design* e na marca e a internacionalização, constituem, os principais elementos de diferenciação face ao perfil tradicional das empresas alimentares (Turia *et al.*, 2014; FIPA, 2012).

Os produtos de padaria e pastelaria embalada incluem-se na categoria de alimentos industrializados e são cada vez mais um recurso fácil, prático e acima de tudo muito apreciável pelo consumidor. Apesar de não existirem dados estatísticos sobre este sector específico da panificação em Portugal, foi durante as décadas de 70 e 80 que as principais indústrias especializadas nesta área se instalaram no país e que este tipo de alimentos começou a ganhar maior relevância para os consumidores nacionais (Ferreira, 2005).

Com as modificações das necessidades e expectativas dos clientes e partes interessadas, as pressões dos mercados e os avanços tecnológicos, as organizações são levadas a aperfeiçoar continuamente a qualidade dos seus produtos e processos, sendo uma das suas grandes preocupações a Segurança e a Qualidade Alimentar. Apesar de a qualidade não poder ser dissociada da segurança alimentar, tem vindo ao longo dos anos a desempenhar um papel cada vez mais fundamental na sobrevivência e sucesso competitivo das organizações, isto porque, actualmente, não basta apenas garantir a segurança num produto. Um alimento que se apresente seguro, se não tiver um sabor agradável e não responder às qualidades nutricionais, de embalagem, de conservação, entre outras esperadas pelo

consumidor, dificilmente terá a aceitação deste. A indústria da panificação não constitui excepção, tendo também como principal objectivo fornecer produtos seguros e com qualidade elevada de forma a fazer face à competitividade e corresponder às expectativas, escolhas e preferências dos seus clientes e consumidores.

Segundo diversos autores, são vários os factores que influenciam a qualidade dos alimentos e a escolha por parte dos consumidores. Num produto de padaria ou pastelaria industrial a qualidade está relacionada com factores como a humidade, a actividade da água (a_w), o teor em gordura e em açúcares, o conteúdo em fibras, o sabor, a textura, a cor, a aparência, entre outros, os quais dependem das interações dos vários ingredientes, do processo e condições de fabrico, factores importantes para se conseguir obter produtos de qualidade nestas indústrias, o que exige um controlo rigoroso em todas as etapas de produção.

Uma vez que, os consumidores são diariamente confrontados com uma vasta variedade de produtos o que lhes proporciona uma enorme gama de escolha, o papel da apreciação sensorial, incluindo a apreciação visual, torna-se cada vez mais importante na determinação do comportamento do consumidor no acto da compra (Wilkinson *et al.*, 2000).

Desta forma, o principal objectivo deste trabalho prendeu-se com o desenvolvimento de um projecto para a melhoria da qualidade do produto bolo com pepitas de chocolate fabricado na Empresa Panrico, mais especificamente para a melhoria a nível das suas características físicas de forma a aperfeiçoar a sua aparência. Visto que a aparência irregular observada no produto tinha como origem defeitos por ele apresentados recorrentemente, foram estudadas as causas dos mesmos e propostas as respectivas acções correctivas, avaliando-se no final a eficácia das medidas tomadas. Através do acompanhamento intensivo de todo o processo produtivo foi possível compreender a forma como todos os factores a ele associados (matérias-primas, etapas de fabrico, entre outros) interferem e influenciam a qualidade final do produto.

1.2. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se organizada em seis capítulos, sendo que no presente é feito um pequeno enquadramento ao trabalho e relatada a relevância da temática abordada. São ainda descritos os objectivos da dissertação e apresentada a estrutura da mesma.

No segundo capítulo é descrita a empresa na qual decorreu este projecto, apresentando-se sumariamente a sua estrutura, actividade, produtos fabricados e organização do sistema da qualidade.

No capítulo três é feita a revisão bibliográfica, focando-se esta na filosofia *Lean Manufacturing* e no produto alvo de estudo, o bolo com pepitas de chocolate.

No quarto capítulo é apresentada a metodologia utilizada no decorrer do trabalho experimental.

O quinto capítulo é dedicado ao trabalho experimental realizado. Aqui, encontram-se enumerados e descritos os diversos passos efectuados e respectivos resultados, acompanhados de uma abordagem argumentativa.

No sexto capítulo são descritas as conclusões do trabalho realizado, bem como algumas perspectivas futuras.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

2. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A Panrico Donuts®, empresa espanhola especializada no fabrico e distribuição de produtos embalados de padaria e pastelaria industrial, nasceu em 1962 em Espanha, mais especificamente na Catalunha, como resultado da fusão de duas empresas fundadas no mesmo ano pela mão do empresário Andrés Costafreda, a *Donut Corporation*, para a produção e comercialização de Donuts® em Espanha e a *Panificio Rivera Costafreda*, especializada no fabrico de Grissines® (Panrico, 2016).

Em 1985 dá-se o primeiro passo na expansão internacional da empresa com a construção e abertura da primeira fábrica em Portugal, em Mem Martins (Sintra) onde ainda hoje se encontra. No ano seguinte inicia-se nesta unidade fabril a produção e comercialização apenas dos produtos Bollycao® e Donuts® e anos mais tarde a dos restantes produtos. De forma a corresponder às necessidades e desejos do consumidor, o aumento da oferta de produtos tem sido um dos principais focos da Panrico ao longo dos anos, contribuindo para o crescimento sustentado da empresa no seu sector, posicionando-se actualmente como a marca líder no mercado ibérico de bolos e pão de forma. Neste momento o Grupo Panrico® detém uma segunda unidade fabril no norte do país, em Gulpilhares (Vila Nova de Gaia) e sete fábricas em Espanha (figura 2.1).

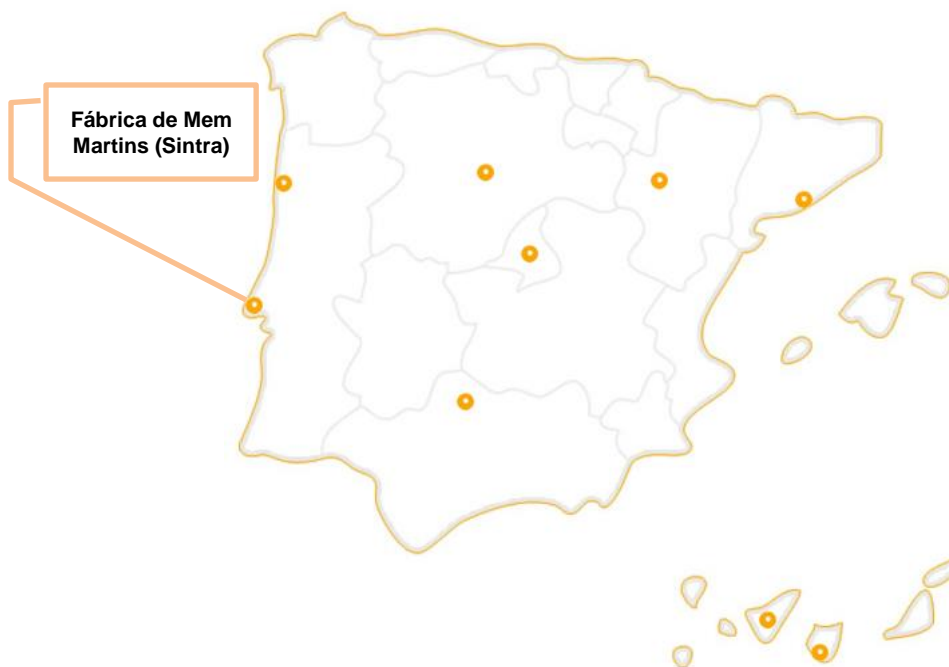


Figura 2.1: Localização das Fábricas do Grupo Panrico® (Panrico, 2016).

Na unidade fabril de Mem Martins, local de realização do estágio, existem actualmente seis linhas de produção operacionais instaladas, nas quais são produzidos, de entre a vasta variedade de produtos da Panrico, apenas as gamas referentes às marcas *Bollycao*[®], *Donuts*[®] e *Manhãzitos*[®], e produtos de padaria e afins do pão, nos quais se incluem os pãezinhos para *hamburguers* e *hot dog*, pão-de-leite e uma grande variedade de pão de forma. A área fabril respeitante à zona de implantação de máquinas é de 7 200 m² inserida numa área industrial total de 29 000 m².

A forte aposta na qualidade e segurança alimentar dos seus produtos permitiu à Panrico criar uma vasta carteira de clientes dos quais se destacam os serviços nos canais HORECA, grandes superfícies e supermercados. Além da solidificação da sua presença nos mercados habituais, o Grupo Panrico[®] tem igualmente apostado na conquista de novos mercados uma vez que, os produtos são também exportados para fora da União Europeia (UE).

Na criação de novos produtos com máxima qualidade, de forma a satisfazer um mercado em permanente mudança e exigência, a Panrico aposta no Departamento de Investigação e Desenvolvimento (I&D), o qual em parceria com o Departamento de Marketing, constitui o principal motor para a idealização e desenvolvimento dos mesmos. Anualmente são geridos no departamento de I&D cerca de 70 projectos, que vão desde a criação de novos produtos até à melhoria da qualidade e aperfeiçoamento dos já existentes entre as diferentes marcas do Grupo. Basicamente, a sua actividade concentra-se em três áreas específicas: a criação e desenvolvimento de novos produtos; o desenvolvimento de Projectos Nutricionais para promover hábitos de vida saudáveis entre a população e adaptar-se às novas tendências da alimentação e otimizar os custos e a funcionalidade dos produtos mantendo o seu elevado nível de qualidade (Panrico, 2016).

Assegurar a segurança alimentar dos seus produtos é outra das preocupações do Grupo Panrico[®], por isso, é certificado pelo referencial *International Food Standard* (IFS). Esta certificação permite uma maior competitividade, nomeadamente, para a entrada no mercado internacional e é sinónimo de confiança para os seus clientes e consumidores nos produtos fabricados. No sentido do cumprimento da norma, são diariamente realizadas actividades para garantirem a qualidade e a segurança alimentar, as quais vão desde a selecção das matérias-primas utilizadas até à expedição do produto final (IFS Food, 2014).

O Departamento do Controlo da Qualidade (DCQ) é responsável deste a montante até a jusante pelo controlo dos produtos fabricados. Para isso, conta com a ajuda de dois laboratórios técnicos: o laboratório de Físico-Química e o laboratório de Microbiologia. É também da responsabilidade do DCQ garantir todo o processo de cumprimento da segurança alimentar no que diz respeito ao sistema *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP) já implementado e fazer cumprir planos de controlo metrológico, formação de colaboradores, auditorias internas e externas, controlo de pragas, higienização de instalações, equipamentos e utensílios e ainda um controlo de abastecimento de água. Também as reclamações chegadas às instalações da Panrico por parte de clientes ou consumidores são devidamente tratadas

pelo DCQ, sendo consequentemente desenvolvidos projectos de melhoria, pondo em prática acções correctivas e preventivas para evitar novas reclamações e garantir assim a exigência do consumidor.

Inovar a cada dia, marcar a diferença e oferecer sempre a máxima qualidade ao consumidor, são assim os principais objectivos do Grupo Panrico[®], que conta para os atingir com uma vasta equipa de profissionais e também com uma rede de distribuidores que asseguram diariamente produtos frescos para o consumidor em mais de 8000 pontos de venda em todo o País (Panrico, 2016).

CAPÍTULO 3

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. FILOSOFIA *LEAN MANUFACTURING*

A expressão *Lean Manufacturing*, não é mais do que a designação ocidental do chamado *Toyota Production System* (TPS), o qual surgiu no Japão, mais precisamente na fábrica de automóveis Toyota, após a Segunda Guerra Mundial, tendo como pioneiros Eiji Toyoda e Taichi Ohno (Womack *et al.*, 1990).

Ao longo dos tempos, este tipo de indústria sofreu grandes mudanças no que diz respeito aos seus paradigmas de produção, sendo inicialmente praticada a produção artesanal, onde o produto era fabricado desde o seu início até à sua conclusão pela mesma pessoa. Assim para este tipo de produção, era necessária a inclusão de trabalhadores altamente qualificados. Quanto às ferramentas utilizadas, estas eram simples mas flexíveis, o que permitia moldar o produto com as características desejadas pelo cliente (Pereira de Sousa, 2011).

Como resultado destas características a produção artesanal facultava uma grande variedade de produtos, mas em reduzidas quantidades. Por conseguinte, os produtos tinham custos de produção bastante elevados, o que levou à necessidade de criação de um novo paradigma de produção (Almeida e Brito, 2014).

Face a esta necessidade, Henry Ford desenvolveu no início do século XX um novo paradigma, tendo como objectivo, combater as lacunas visíveis da produção artesanal. Este novo paradigma, a que Ford viria a intitular de produção em massa, permitiu uma enorme redução nos custos, mas apresentava como desvantagem a diminuição da variedade dos produtos. Assim sendo, na produção em massa, como o próprio nome indica, verificava-se a produção de uma elevada quantidade de produtos mas de reduzida variedade. Neste tipo de produção, os trabalhadores eram alocados a um posto de trabalho e apenas desempenhavam essa função, o que levava a que todos os produtos passassem por diversos trabalhadores. Assim, este paradigma vinha contrariar a até então produção artesanal, em que um trabalhador fabricava o produto desde o seu início até ao seu fim (Ferreira, 2015; Taveira, 2015; Pereira de Sousa, 2011).

Com a crescente utilização da produção em massa, as pequenas oficinas com trabalhadores altamente qualificados, começaram a ser substituídas por grandes linhas de produção, compostas por pessoas com baixo nível de especialização.

Com a necessidade de se aumentar a variedade dos produtos, tornou-se então fundamental desenvolver um novo paradigma de produção, que permitisse conciliar as vantagens da produção artesanal, com as vantagens da produção em massa, o que possibilitava que se eliminassem as desvantagens de ambas, ou seja, os elevados custos da primeira e a reduzida flexibilidade da segunda (Taveira, 2015; Almeida e Brito, 2014).

Então, face às crescentes exigências impostas pelo mercado, a fábrica de automóveis Toyota teve necessidade de desenvolver uma nova filosofia de produção, em que utilizando poucos recursos fosse possível oferecer uma elevada variedade de produtos com grande

qualidade e preços competitivos. Esta filosofia foi designada de *Toyota Production System* (TPS). O TPS tem como objectivo, a melhoria contínua dos processos produtivos e a eliminação dos desperdícios, otimizando o uso de recursos. De acordo com Ohno (1996) a base de sustentação do TPS é constituída por dois pilares: a Automação, também designada de *Jidoka* e a filosofia *Just-in-Time* (JIT), como evidenciado pela Figura 3.1 (Masai *et al.*, 2015; Pinto, 2014; Ohno, 1996).

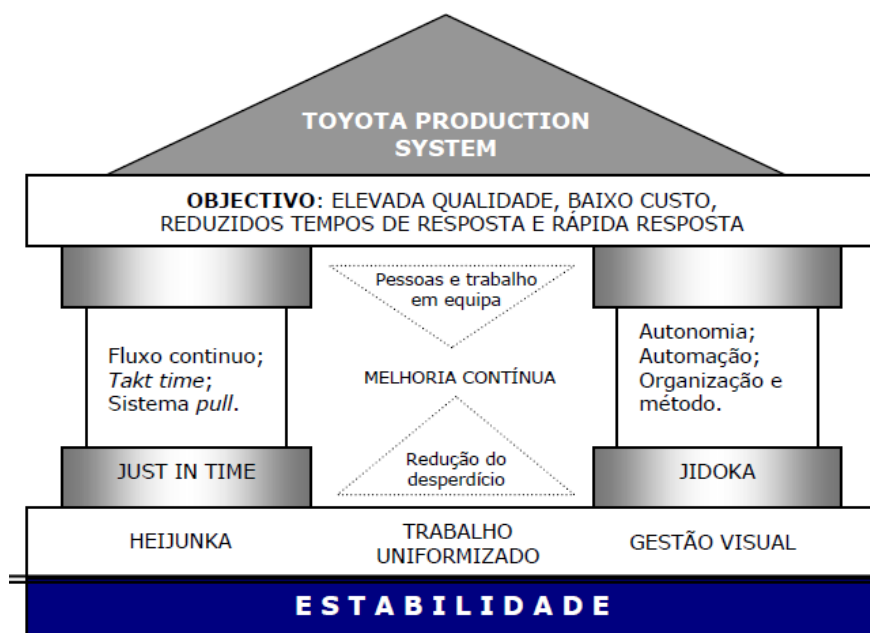


Figura 3.1: Estrutura Geral do *Toyota Production System* (TPS) (Pinto, 2014).

A automação corresponde à capacidade que os equipamentos produtivos devem ter para pararem a produção quando alguma anomalia ocorre, evitando assim a produção de produtos com defeito. A filosofia JIT consiste na produção do que é necessário, no momento em que é necessário e nas quantidades necessárias, para assim alcançar a absoluta eliminação de desperdícios (Masai *et al.*, 2015; Ohno, 1996).

3.1.1. DESPERDÍCIO

De acordo com a filosofia *Lean Manufacturing*, desperdício é qualquer actividade que não acrescente valor do ponto de vista do cliente. A designação de valor corresponde às características dos produtos ou serviços que satisfazem as necessidades e expectativas dos clientes (Pinto, 2014; Noorwali, 2013; Melton, 2005).

Dentro das actividades que não acrescentam valor, existem as necessárias (embora sejam desperdício, são indispensáveis à concepção do produto e devem ser minimizadas, como por exemplo: processamento de salários e inspecção da qualidade) e o puro desperdício, sendo que este último deve ser totalmente eliminado (Aziz e Hafez, 2013).

Durante o desenvolvimento do TPS, Taiichi Ohno identificou sete tipos de desperdício, ou *muda* como apelidou na sua língua nativa, os quais se encontram em seguida descritos:

- i) **Excesso de Produção:** Significa produzir mais quantidade que a necessária ou produzir antes do momento em que os artigos são necessários. Este é considerado o maior desperdício das empresas, pois apresenta como consequências, o consumo desnecessário de matérias-primas, ocupação dos meios de produção e excesso de inventário;
- ii) **Espera:** Corresponde a períodos de paragem de pessoas e/ou equipamentos por falta de materiais, ferramentas e/ou informação;
- iii) **Transporte:** Deslocações excessivas de materiais e informação, resultando em gastos desnecessários de capital, tempo e energia;
- iv) **Processos inadequados:** Equivale a uma utilização incorrecta dos meios de produção, efectuando assim, esforços que não acrescentam qualquer valor ao produto;
- v) **Inventário:** Qualquer material ou produto em quantidade superior ao necessário pelos processos produtivos ou clientes, que resulta em custos excessivos, baixo desempenho e mau serviço prestado ao cliente;
- vi) **Movimentos:** Movimentações desnecessárias de pessoas que correspondem a um mau fluxo de trabalho, a uma desorganização do posto de trabalho e a uma carência de métodos de trabalho;
- vii) **Defeitos:** São o resultado de problemas de qualidade, ou seja, significam que o produto não se encontra dentro das especificações.

Além destes sete desperdícios enunciados por Taiichi Ohno, Womack e Jones (2003) defendem um oitavo desperdício, a subutilização do potencial das pessoas.

Visto que o desperdício é qualquer actividade que não acrescenta valor para o cliente, torna-se então fundamental para qualquer tipo de indústria conseguir eliminá-lo. Por este motivo Womack e Jones (2003) sugerem que, para a eliminação dos diversos desperdícios nas organizações, sejam respeitados cinco princípios, sendo eles:

1. Especificar o que acrescenta e o que não acrescenta valor para o cliente: Não é a empresa que define o que cria ou não valor ao produto, mas sim o cliente. Do ponto de vista do cliente, a necessidade gera o valor e compete às empresas determinarem essa necessidade e satisfazer os clientes;

2. Identificar os fluxos de valor e eliminar as actividades que não criam valor: Os fluxos de valor correspondem à sequência das actividades que acrescentam valor ao produto para o cliente, e com isto pretende-se a redução ou eliminação das actividades que não criam valor, ou seja, desperdícios;

3. Criar um fluxo contínuo das actividades que criam valor: Organizar os fluxos, de forma a se criar um fluxo contínuo para se poderem fabricar produtos ou serviços ao ritmo a que são pedidos pelo cliente;

4. Deixar o cliente “puxar” a produção: Este princípio tem como objectivo produzir o necessário, quando necessário e em quantidades necessárias, visto que é o cliente que “puxa” a produção;

5. Melhorar continuamente: Traduz o compromisso de, continuamente, procurar os meios ideais para acrescentar valor ao produto e eliminar os desperdícios.

3.1.2. INDICADORES-CHAVE DE DESEMPENHO

Os indicadores-chave de desempenho (KPI, *Key Performance Indicator*) são métricas fundamentais ao pensamento *Lean* que medem o nível de desempenho de determinado processo de uma empresa, indicando se tal processo ou actividade está a ser bem desempenhado para o sucesso e alcance dos objectivos propostos. Assim, cabe às empresas decidirem quais são os indicadores-chave de desempenho cujo alcance permitirá alinhá-las com a sua visão e objectivos estratégicos delineados (Pinto, 2014; Fernandes, 2012).

Dependendo da aplicação que se pretende, os indicadores podem ser de vários tipos por exemplo operacionais, financeiros ou outros. Numa empresa podem ser usados diversos indicadores os quais, pelo fornecimento de dados e diagnósticos que permitem acompanhar os resultados obtidos, a eficiência da actividade assim como os impactos económicos da mesma,

auxiliam no Sistema de Gestão de uma empresa (Fernandes, 2012; Cardoza e Carpinetti, 2005).

Relativamente ao desempenho da Qualidade, o indicador utilizado pelo Grupo Panrico® para controlo da qualidade dos produtos é o Índice da Qualidade de Saída (ICS, *Indice de Calidad de Salida*), o qual se foca na avaliação da qualidade de requisitos associados às características físicas dos produtos e sua embalagem, monitorizando se estes se encontram de acordo com as especificações estabelecidas pelo Grupo. Este indicador é calculado através da proporção de amostras fora das especificações em relação ao total de amostras analisadas. Assim, são desejáveis por parte da Panrico ICS's com valores o mais baixos possível, sinal de melhor qualidade dos produtos e naturalmente maior satisfação do cliente.

3.1.3. FERRAMENTAS E METODOLOGIAS ASSOCIADAS AO *LEAN MANUFACTURING*

A implementação da filosofia *Lean* numa organização poderá passar pela utilização de várias ferramentas e metodologias, o que deverá ser feito de um modo coordenado e estruturado obedecendo sempre aos princípios fundamentais do paradigma. De seguida encontram-se brevemente descritas algumas ferramentas *Lean* de maior relevância para o projecto desenvolvido nesta dissertação (Domingues, 2013; Melton, 2005).

3.1.3.1. 5S

O 5S é uma prática originária do Japão que é aplicada como base para o desenvolvimento de muitos programas de Qualidade Total. Esta ferramenta faz parte do princípio da visibilidade, em que se tornam visíveis todos os problemas onde quer que possam existir, e tem como objectivo estimular as pessoas para um ambiente de organização, limpeza, higiene e disciplina, factores essenciais para se atingir uma elevada produtividade e qualidade no local de trabalho. O nome desta ferramenta deve-se às iniciais das cinco palavras japonesas que resumem as cinco etapas deste método, as quais são (Arslankaya e Atay, 2015; Pinto, 2014; Pereira de Sousa, 2011):

- *Seiri* (organização) – esta etapa consiste em manter no local de trabalho apenas aquilo que é necessário para as respectivas actividades produtivas;
- *Seiton* (arrumação) – serve para arrumar e ordenar tudo o que ficou no posto de trabalho por se considerar imprescindível;
- *Seizo* (limpeza) – tem como objectivo deixar o local de trabalho limpo, assim como os meios de produção associados a este posto de trabalho;
- *Seiketsu* (uniformização) – consiste em estabelecer normas e instruções para manter a ordem e a limpeza, tornando assim o local de trabalho adequado às actividades aí desenvolvidas;

- *Shitsuke* (disciplina) – nesta última etapa pretende-se manter e respeitar as normas através do treino, empenho e disciplina.

A implementação dos 5S numa organização acarreta consigo diversos benefícios, tais como: a melhoria da qualidade, a melhoria da produtividade, a melhoria do ambiente e da moral dos funcionários, previne acidentes, reduz custos, desenvolve o senso de equipa, entre outros (Ablanado-Rosas *et al.*, 2010).

3.1.3.2. Kaizen

A metodologia *kaizen* foi introduzida no mundo ocidental por Massaki Imai, com o seu livro “*Kaizen: The Key to Japan’s Competitive Success*” (Imai, 1986).

O nome desta metodologia advém da junção de duas palavras Japonesas (*kai* e *zen*), sendo que *kai* significa “mudança” e *zen* significa “para melhor”, originando então a designação de “melhoria contínua” para esta filosofia. Segundo Imai (1986) *kaizen* representa uma filosofia de melhoria contínua envolvendo todos os colaboradores de uma organização, ou seja, desde operários a gestores.

De acordo com Melton (2005) *kaizen* representa uma actividade com o objectivo de criar mais valor e remover os desperdícios. Este autor defende ainda que o *kaizen* deve iniciar-se com uma recolha de dados, seguido de uma análise dos mesmos, posteriormente a criação do projecto e finalmente a implementação.

As melhorias criadas através desta filosofia são geralmente pequenas e subtis, no entanto, os seus resultados ao longo do tempo podem ser grandes e duradouros. Segundo o mesmo autor o sucesso do *kaizen* advém das pessoas e das suas acções e não de novos equipamentos adquiridos pelas organizações (Ortiz, 2006).

3.1.3.3. Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto é uma ferramenta básica da qualidade que se baseia no princípio de Pareto. Este princípio afirma que, para muitos fenómenos, 80 % das consequências advêm de 20 % das causas possíveis de as provocar. Na prática, corresponde a um gráfico de frequências que ilustra a contribuição relativa de cada potencial causa para o problema em análise, permitindo assim visualizar com maior facilidade quais as causas mais determinantes na ocorrência de um determinado problema (aquelas que ocorrem com mais frequência) e estabelecer prioridades de actuação, evitando o desperdício de esforços no combate a causas que não têm grande expressão na manifestação do problema e orientando-os para o que é realmente importante (Pinto, 2014; Pereira e Requeijo, 2012).

3.1.3.4. Brainstorming

O *Brainstorming* pode ser definido como uma dinâmica de grupo utilizada para gerar uma grande variedade de ideias para um determinado assunto ou problema. É uma técnica que permite estimular o pensamento criativo e assegura que as ideias de todos os intervenientes de um projecto são consideradas. Habitualmente reúne-se a equipa e é dado tempo para que cada um dos intervenientes possa formular individualmente as suas ideias relativamente ao problema em estudo. De seguida, o grupo discute conjuntamente as propostas e apresenta as devidas recomendações (Wang e Chen, 2012; George, 2005).

O *Brainstorming* por si só não garante a solução de um problema apresentado, mas aponta várias opções para esse objectivo. O que vale inicialmente é a quantidade de ideias, independentemente da sua qualidade e possibilidade da sua realização prática (Duret e Pillet, 2009).

3.1.3.5. Análise 5 Porquês

A análise 5 porquês (5W- *Five Why's*), tornada popular na década de 70 através do *Toyota Production System* (TPS), é uma ferramenta bastante simples para resolver problemas (Herron e Hicks, 2008).

Utilizada com o intuito de impulsionar os intervenientes a pensarem nas causas de um problema, permite chegar rapidamente à raiz do mesmo, isto é, às suas causas básicas, ajudando a prevenir que as equipas fiquem satisfeitas com soluções superficiais que a longo prazo possam fracassar. Esta ferramenta organiza-se geralmente da seguinte maneira (George, 2005):

- 1) Seleccionar uma das causas e garantir que todos os envolvidos no projecto entendem o propósito dessa causa;
- 2) Perguntar “como é que o resultado apresentado ocorreu”?
- 3) Seleccionar uma das razões encontradas na questão anterior e perguntar “porque é que o resultado apresentado ocorreu”?
- 4) Continuar a colocar questões até que a causa-raiz do problema seja identificada.

Por norma, quatro ou cinco perguntas repetidas tendem a ser suficientes para revelar a razão principal de todo o problema, contudo existem problemas em que são colocadas mais do que cinco questões assim como outros passíveis de serem resolvidos com apenas duas (Shah e Ward, 2007).

3.1.3.6. Diagrama de Causa- Efeito

Também designado por diagrama de *Ishikawa* (em homenagem ao seu criador, Kaoru Ishikawa) ou diagrama “espinha de peixe”, é provavelmente uma das mais poderosas ferramentas de melhoria contínua e tem como objectivo a identificação, de forma estruturada, de potenciais causas para um determinado efeito (por exemplo: um problema, defeito, acidente ou uma forma de desperdício) (Pinto, 2014).

Geralmente, o diagrama é construído a partir do levantamento de causas possíveis (reais ou potenciais) para o problema, obtidas em reuniões de *brainstorming* através da livre associação de ideias. Cada causa é depois inserida num ramo do diagrama consoante as categorias de causa previamente consideradas. Em contextos produtivos é habitual considerarem-se cinco categorias de causas (os 5M) que se têm revelado adequadas à maioria dos problemas existentes e que são: Meio-Ambiente, Mão-de-obra, Material, Método e Máquina. É no entanto importante referir que esta definição de categorias é apenas sugestiva, podendo ser estipulada outra classificação que melhor se adapte à situação ou problema alvo. Cada categoria estabelecida pode ser subdividida tantas vezes quantas as necessárias para melhor agrupar e clarificar as causas do problema (Pereira e Requeijo, 2012; Ilie e Ciocoiu, 2010).

Finalizada a construção do diagrama, procede-se à sua análise para eleger as causas, de entre as apontadas, que terão maior probabilidade de estar na origem do problema. Em continuação, definem-se as acções necessárias para eliminar as causas do problema, identificam-se os responsáveis pela respectiva implementação e estabelecem-se prazos para a sua execução. As acções correctivas devem ser devidamente monitorizadas, efectuando-se os ajustes que se revelarem necessários (Pereira e Requeijo, 2012; Duret e Pillet, 2009).

3.1.4. BENEFÍCIOS DO *LEAN MANUFACTURING*

A filosofia *Lean Manufacturing*, através da descrição de algumas das suas ferramentas, comporta consigo diversos benefícios para uma organização.

Segundo Melton (2005) a filosofia *Lean* permite redução dos desperdícios, redução do tempo de entrega ao cliente, redução do retrabalho, redução de custos, melhor conhecimento do processo produtivo e redução do inventário.

A estas vantagens enunciadas, Pinto (2014) acrescenta mais alguns benefícios do *Lean*, sendo eles: crescimento do negócio, aumento da produtividade, aumento do nível de serviço da organização, aumento da qualidade, aumento da motivação das pessoas, redução de acidentes de trabalho e melhor aproveitamento do espaço produtivo.

3.2. O BOLO COM PEPITAS DE CHOCOLATE

O bolo com pepitas de chocolate é um produto alimentar bastante popular, principalmente entre as faixas etárias mais jovens. Com a evolução e a mudança dos hábitos alimentares ocorridas, principalmente nos países desenvolvidos, surgiu nas últimas décadas a necessidade de industrializar o fabrico deste tipo de produto, tornando-o num recurso fácil, prático e acima de tudo muito apreciável por parte dos consumidores. No que diz respeito à sua aceitação e importância nos mercados, esta tem sido de tal forma elevada que um estudo realizado por Gellynck *et al.* (2009) revelou que, o aparecimento deste tipo de alimentos industrializados assim como de outras opções, como por exemplo os cereais de pequeno-almoço, têm vindo a provocar uma diminuição do consumo de pão por parte das populações.

Na sua composição o bolo com pepitas de chocolate contém, além das matérias-primas base utilizadas em qualquer produto de panificação outros ingredientes, de forma a obter uma massa lêveda doce a qual, passa por uma série de transformações físicas e químicas complexas, resultantes da interacção entre os diferentes componentes da farinha e os restantes ingredientes utilizados, bem como do processo fermentativo que ocorre. Os aspectos associados às várias etapas do processo de fabrico, assim como a quantidade e a qualidade das matérias-primas utilizadas constituem parâmetros que condicionam bastante o bom desenvolvimento e as características essenciais que determinam a qualidade do produto final.

3.2.1. PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS DO BOLO COM PEPITAS DE CHOCOLATE

Em indústria alimentar, para obter um produto seguro e com qualidade é essencial a utilização de matérias-primas também elas de qualidade, e que satisfaçam as exigências quer em termos de valor nutricional quer relativamente à salubridade. Assim, a todas as matérias-primas está afectada uma especificação, previamente acordada com o fornecedor e que deverá ser cumprida por este. No fabrico de um produto como o bolo com pepitas de chocolate, as principais matérias-primas base são a farinha, a água, a levedura, o açúcar e a matéria gorda, sendo também adicionados outros ingredientes, como o sal e os aditivos, de forma a melhorar o rendimento e a qualidade do produto. As características e a importância de cada uma destas matérias-primas na obtenção do produto final encontram-se de seguida descritas.

3.2.1.1. Farinha

A farinha, de acordo com a portaria n.º 254/2003 de 19 de Março, define-se como “o produto resultante dos grãos de um ou mais cereais, maduros, são, não germinados e isentos de impurezas, bem como da sua mistura”. Para as farinhas que se destinam a fins industriais e a usos culinários a legislação portuguesa, na mesma portaria, estabelece uma série de

especificações bem como de regras de rotulagem, acondicionamento, armazenagem, transporte e comercialização. Dentro das especificações estabelecidas encontram-se as características analíticas, como a percentagem máxima de humidade, acidez, percentagem limite de cinza total, percentagem máxima de cinza insolúvel e percentagem mínima de glúten seco (Portaria n.º 254/2003).

O trigo, devido à sua elevada resistência e capacidade de crescimento em inúmeras condições, constitui um dos cereais mais produzidos a nível mundial, sendo a sua farinha, principalmente a variedade *Triticum aestivum* L. (trigo mole) a mais amplamente utilizada na indústria da panificação, uma vez que, proporciona excelentes características às massas. A farinha de trigo constitui também um ingrediente fundamental na elaboração de outros géneros alimentícios de consumo diário como bolachas, biscoitos, bolos e massas alimentícias (Peruchi *et al.*, 2014; Scheuer *et al.*, 2011; Cubadda *et al.*, 2009).

Estruturalmente o grão de trigo tem cerca de 6 a 8 mm de comprimento, entre 3 a 4 mm de largura e divide-se em pericarpo, endosperma e gérmen. A figura 3.2 representa um grão de trigo, encontrando-se evidenciadas as diversas partes que o constituem (Scheuer *et al.*, 2011).

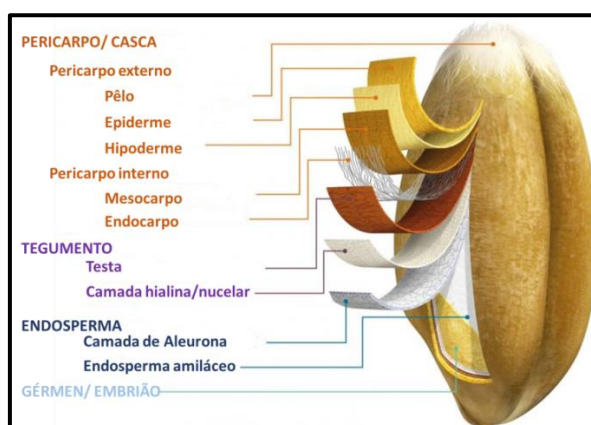


Figura 3.2: Estrutura básica do grão de trigo (adaptado de <http://grain-gallery.com/de/weizen/bildmaterial>).

O pericarpo ou casca, a camada mais externa e protectora do grão, apresenta uma cor ligeiramente acastanhada e é a parte do grão mais rica em sais minerais e em polissacáridos não amiláceos (como as pentosanas). O endosperma, constituinte maioritário do grão, é o tecido de armazenamento de alimento para o desenvolvimento de uma nova planta e consiste numa matriz proteica, na qual se encontra um grande número de grânulos de amido. O gérmen, onde se localiza a parte embrionária da planta, é o local onde se encontra grande parte dos lípidos e dos compostos fundamentais à germinação do grão. O gérmen, em conjunto com o endosperma, formam a semente, a qual é revestida por uma camada designada por camada de aleurona, rica em fósforo, fitatos, proteínas, lípidos, vitaminas e enzimas (Scheuer *et al.*, 2011; Dewettinck *et al.*, 2008).

O processo através do qual se obtém a farinha de trigo a partir dos grãos do cereal denomina-se por moagem. Durante este processo partes distintas do grão podem ser aproveitadas, resultando em farinhas com composições distintas consoante a sua taxa de extracção (percentagem de farinha obtida a partir do grão durante o processo de moagem). Por exemplo, no processo de moagem dos grãos de trigo para obtenção de farinha branca, o farelo e o gérmen são separados do endosperma, já na farinha integral o grão é descascado e moído mas o endosperma não é separado das restantes fracções, obtendo-se uma farinha com uma granulometria mais grosseira e uma cor mais escura (Brandão e Lira, 2011; Sayaslan, 2004).

As farinhas de trigo de uso industrial podem assim ser classificadas pelo seu “Tipo” numa escala de seis níveis (figura 3.3), baseados no teor total de cinzas produzido por essas farinhas. Quanto mais alto for o valor significa que, uma maior parcela do grão foi utilizada na moagem, ou seja, no caso da farinha tipo 45 (T45) é utilizada apenas a parte central do endosperma, enquanto outras intermédias são obtidas a partir de uma parte mais abrangente do mesmo, até à farinha tipo 150 (T150) que, além do endosperma, é produzida também a partir do gérmen e do farelo (Ferreira, 2005).

Tabela 3.1: Características analíticas dos diferentes tipos de farinha de trigo (adaptado de Portaria nº 254/2003 de 19 de Março).

Tipos de farinha	Humidade (percentagem máxima)	Acidez (g/100g máximo)	Cinza total (percentagem limite)	Cinza insolúvel (percentagem máxima)	Glúten seco (percentagem mínima)
Farinhas de trigo					
Tipo 45	14,5	0,120	0,49	Vestígios	8
Tipo 55	14,5	0,120	0,50 – 0,60	Vestígios	8
Tipo 65	14,5	0,120	0,61 – 0,75	0,02	8
Tipo 80	14,5	0,120	0,76 – 0,90	0,02	8
Tipo 110	14,5	0,120	0,91 – 1,20	0,04	8
Tipo 150	14,5	0,120	1,21 – 2,00	0,06	7

De uma forma geral a farinha de trigo é composta por amido (70 a 75 %), água (12 a 14 %), proteínas (8 a 16 %) e outros elementos menores como polissacáridos não amiláceos (2 a 3 %), lípidos (cerca de 2 %) e cinza (aproximadamente 1 %) (Scheuer *et al.*, 2011; Goesart *et al.*, 2005).

O amido é sintetizado no endosperma dos grãos de trigo em células específicas denominadas por amiloplastos e armazenado sob a forma de grânulos, os quais são maioritariamente constituídos por uma mistura de dois polímeros de glucose, a amilose (aproximadamente 25 %) e a amilopectina (aproximadamente 75 %). Estes dois polímeros, representados na figura 3.3, apresentam propriedades distintas, como o grau de polimerização e ramificação, diferenças estas que se reflectem nas propriedades funcionais e aplicações industriais do amido. Na panificação, durante o processo de amassar, os grânulos de amido absorvem água, incham e perdem a sua forma. Este processo designa-se por gelatinização do amido e é essencial para a formação deste tipo de produtos. Para além disso, o amido constitui

uma fonte de açúcares, formados através da sua quebra pelas enzimas amílase, que funcionam como substrato para a levedura durante a fermentação (Witczak *et al.*, 2016; Blake *et al.*, 2015; Goesart *et al.*, 2005).

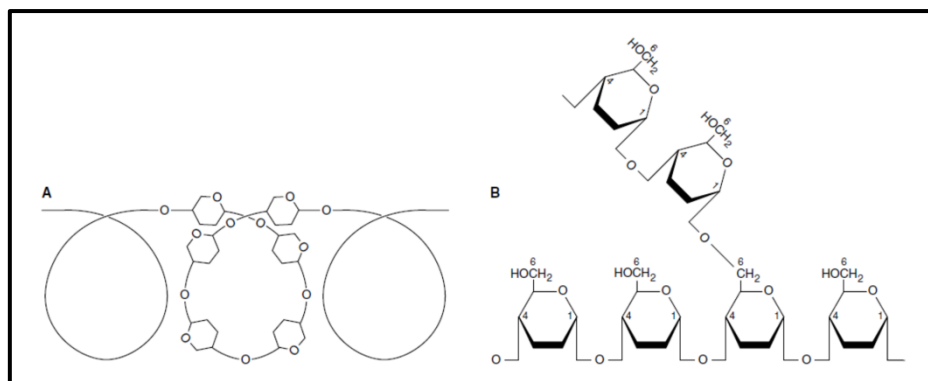


Figura 3.3: Estrutura do amido: A- amilose, mostrando a estrutura da bobina helicoidal; B- amilopectina com estrutura ramificada (adaptado de Murray *et al.*, 2003).

As proteínas são o segundo maior componente da farinha de trigo e, tendo em conta a sua funcionalidade, podem ser divididas em duas classes distintas: as proteínas não formadoras de glúten, que representam entre 15 a 20 % do total de proteínas e onde se incluem as albuminas e globulinas, e as proteínas formadoras de glúten, as quais correspondem aos restantes 80-85 % do total de proteínas e das quais fazem parte as gliadinas e as gluteninas (Lara *et al.*, 2009; Van Der Borgh *et al.*, 2005).

Do ponto de vista tecnológico são as proteínas formadoras de glúten as que desempenham o papel mais importante na indústria da panificação. Presentes normalmente em quantidades semelhantes no trigo, as gliadinas e as gluteninas são insolúveis em água e ricas em asparagina, prolina e aminoácidos sulfurados (principalmente cistina e cisteína), os quais são responsáveis pelas diferentes características estruturais entre elas. As gliadinas são proteínas de cadeia simples apenas com ligações dissulfeto intramoleculares, o que resulta no seu baixo peso molecular e baixa elasticidade, e quando em contacto com a água formam uma estrutura viscosa e pegajosa. As gluteninas, por sua vez, apresentam cadeias ramificadas, com ligações dissulfeto intra e intermoleculares, o que justifica o seu elevado peso molecular e elevada elasticidade formando, quando em contacto com a água, uma estrutura elástica e tenaz (Koga *et al.*, 2015; Barak *et al.*, 2013).

Quando a farinha é misturada com água e amassada, estas proteínas ligam-se entre elas, formando o glúten, uma matriz viscoelástica com capacidade de conferir às massas características como extensibilidade, elasticidade e viscosidade, e uma estrutura reticulada responsável pela retenção do gás produzido pelas leveduras durante a fermentação, o dióxido de carbono (CO₂) (Giannou *et al.*, 2003).

Os lípidos, embora presentes em pequenas quantidades, podem ter efeito significativo na textura de produtos de panificação por se associarem às proteínas e influenciarem a

qualidade do glúten. Com base na sua solubilidade, estes compostos podem ser classificados em lípidos amiláceos (cerca de 25 % do total de lípidos da farinha) e não amiláceos (cerca de 75 % do total de lípidos da farinha), podendo estes últimos apresentar-se na forma livre ou ligada. Os lípidos livres da fracção não-amilácea, especialmente os polares, são aqueles que podem afectar significativamente a qualidade dos produtos de panificação uma vez que, durante a mistura da massa se associam com as proteínas da farinha, principalmente as gluteninas, estabilizando a rede de glúten. Além disso, também facilitam a retenção do gás nas massas (Fierens *et al.*, 2015; Van Der Borghet *et al.*, 2005).

Uma vez que, os componentes existentes na farinha interferem directamente na elasticidade, viscosidade e extensibilidade dos produtos que a contêm na sua composição em quantidades consideráveis, torna-se extremamente importante controlar a qualidade da farinha com a qual se está a trabalhar, de forma a conseguir obter no produto final as características reológicas e sensoriais desejadas. Para determinar os valores que equivalem às especificações de desempenho mais importantes de uma farinha (como o teor de proteína, de cinzas, a absorção de água, entre outros) existe uma grande variedade de ensaios. Na indústria da panificação um dos parâmetros mais importantes a ter em consideração é a força da farinha, recorrendo-se para a sua determinação ao ensaio alveográfico. Este ensaio realiza-se num aparelho designado alveógrafo, no qual é simulado o comportamento da massa durante a fermentação e avaliadas as características viscoelásticas da farinha de trigo. Deste ensaio resultam curvas de extensão chamadas alveogramas, nas quais são avaliados os parâmetros tenacidade, extensibilidade, razão tenacidade/extensibilidade e força. A figura 3.4 ilustra dois alveogramas, um característico para farinhas com glúten fraco e outro típico para farinhas com glúten forte (Scheuer *et al.*, 2011; Módenes *et al.*, 2009).

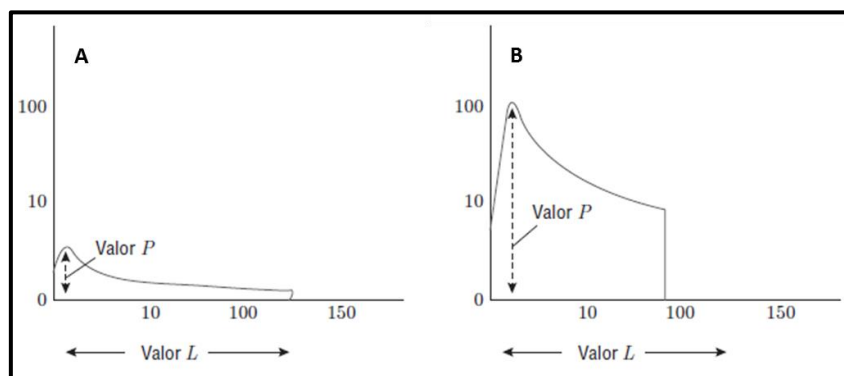


Figura 3.4: Alveograma característico para uma farinha de glúten fraco (A) e de glúten forte (B) (adaptado de Brandão e Lira, 2011).

A tenacidade (P) traduz a resistência que a massa oferece ao ser esticada e é positivamente correlacionada com a capacidade de absorção de água da farinha. Já a extensibilidade (L) demonstra a capacidade que a massa oferece para esticar, sendo um

indicativo do volume no produto. O valor de W corresponde à força da farinha e está relacionado com a qualidade do glúten (Brandão e Lira, 2011; Módenes *et al.*, 2009).

Em processos de panificação industrial, as farinhas utilizadas devem ser farinhas fortes, com elevado teor de proteína, glúten e excelente capacidade de absorção de água. Estas farinhas além de adequadas ao fabrico de pão de forma, são também apropriadas para a produção de produtos lêvedos que contenham quantidades apreciáveis de gordura e açúcar, como é o caso do bolo com pepitas de chocolate (Cerealis, 2016).

3.2.1.2. Água

Todos os alimentos, qualquer que seja o método de industrialização a que tenham sido submetidos, contêm água em maior ou menor proporção. A água constitui um componente de grande importância na determinação das características físicas, estabilidade microbiológica, vida útil e propriedades sensoriais dos alimentos, afectando a sua percepção, palatabilidade, digestibilidade, estrutura e teor de sólidos. Tem também influência nas propriedades reológicas, quer de alimentos no estado líquido como no estado sólido, levando a mudanças na viscosidade e consistência e afectando a resposta à força, respectivamente (Lewicki, 2004; Isengard, 1995).

Na indústria da panificação, a água tem um papel de extrema importância visto que, constitui um ingrediente imprescindível na formulação e na preparação das massas, permitindo controlar a temperatura e consistência destas. A água solubiliza e mistura os restantes ingredientes da receita, criando um meio que facilita a acção enzimática e permite o desenvolvimento fermentativo que é tanto mais fácil quanto mais fluído for o meio. Para além de funcionar como solvente, em contacto com a farinha a água liga-se às proteínas desta hidratando-as e tornando possível a formação da rede de glúten. Possui também função plastificante, sendo por isso determinante para a consistência da massa e para a gelatinização do amido durante a cozedura do produto (Brandão e Lira, 2011; Fessas e Schiraldi, 2005).

Em produtos de panificação é essencial ter em consideração dois aspectos relativamente à água como matéria-prima: a quantidade utilizada e a temperatura a que se encontra. Relativamente à quantidade utilizada numa formulação, esta contribui para a consistência da massa e varia consoante as propriedades da farinha, como o teor em proteínas e a qualidade dos grânulos de amido, e dos restantes ingredientes, que poderão competir na sua assimilação. Uma quantidade insuficiente de água pode prejudicar a formação completa da estrutura do glúten, devido à reduzida absorção de água e de mobilidade das proteínas, resultando no desenvolvimento irregular da massa. Por outro lado, o excesso de água provoca o enfraquecimento do glúten, uma vez que a interacção entre as proteínas fica dificultada, retardando a formação da massa (Offrede, 2015; Brandão e Lira, 2011; Fessas e Schiraldi, 2001).

No que diz respeito à temperatura da água adicionada, esta tem em consideração factores como a temperatura ambiente, a temperatura da farinha e das restantes matérias-primas, o trabalho mecânico, entre outros, e deve ser ajustada de forma que no final do tempo de batido, se obtenha uma massa com temperatura adequada, controlando assim a actividade da levedura.

3.2.1.3. Levedura

A levedura consiste no ingrediente que desencadeia a fermentação da massa antes ou durante a cozedura, fazendo com que esta cresça e apresente uma estrutura alveolar mais ou menos desenvolvida, transformando-se após cozer num produto final mais leve e agradável de degustar, proporcionando também o desenvolvimento de aromas e *flavours* característicos (Heitmann *et al.*, 2015; Gonçalves, 2012).

A fermentação biológica na produção de pão e produtos de padaria e pastelaria industrial é levada a cabo pela levedura *Sacharomyces cerevisiae*, cujas estirpes usadas são previamente estabilizadas. Esta levedura pode ser encontrada no mercado sob a forma líquida ou prensada. Esta última, a mais utilizada neste tipo de produtos, resulta da concentração e prensagem da levedura, apresentando-se no final sob a forma de um bloco compacto que deve ser mantido em condições de refrigeração (Heitmann *et al.*, 2015).

No que diz respeito à função deste microrganismo no processo de panificação, ele metaboliza, para obtenção de energia e em condições anaeróbias, os açúcares fermentescíveis (glucose, frutose, sacarose e maltose) produzindo, entre outras substâncias, CO₂ e etanol. O CO₂ é retido pela massa devido à rede de glúten formada, permitindo desta forma que a massa ganhe volume e expanda (principalmente durante a etapa de fermentação e no início da cozedura) conferindo aos produtos depois de cozidos uma textura fofa e porosa e o etanol é eliminado durante a cozedura (Verheyen *et al.*, 2015; Giannou *et al.*, 2003).

Uma vez que é formada por um organismo vivo, a actividade fermentativa da levedura depende das condições do meio, como a temperatura e pressão osmótica. Também outras variáveis do processo, como a humidade relativa e o tempo de duração de mistura, e outros factores a ele associados, como a concentração de levedura, o tipo de farinha de trigo e a adição de outros ingredientes e aditivos (por exemplo, ácido láctico, açúcar, gordura e cloreto de sódio), afectam a expansão da massa, ou seja, a velocidade de transformação dos amidos e açúcares da farinha em CO₂ e etanol, pois inibem ou retardam o desenvolvimento da levedura. Assim, as condições de fermentação das massas de panificação devem ser controladas, para que a levedura desencadeie uma fermentação activa e uniforme em toda a massa. A actividade da levedura é máxima a temperaturas de 35-37 °C e a temperaturas superiores a 65 °C a levedura entra na fase de declínio rapidamente e morre (Rezaei *et al.*, 2014; Birch *et al.*, 2013).

3.2.1.4. Açúcar

Os açúcares são outra das matérias-primas chave em produtos de confeitaria e panificação, uma vez que, além de conferirem sabor doce, afectam o processo de fermentação, a aparência, as dimensões, a cor e a textura dos produtos finais. No mercado existem diversas opções de açúcares e adoçantes, tais como a sacarose, a dextrose, o açúcar invertido, o xarope de milho, o mel, entre outras, sendo que, a escolha depende das funções pretendidas quando misturado na massa ou do grau de doçura, aparência ou textura desejadas no produto final (Manisha *et al.*, 2012; Riera *et al.*, 2004).

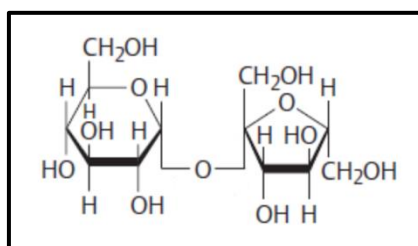


Figura 3.5: Estrutura da sacarose (adaptado de Koolman e Roehm, 2005).

A sacarose, que de acordo com a definição da *Food and Drug Administration* (FDA) é o termo exclusivo referente ao “açúcar”, é um dissacárido composto por uma molécula de glicose e uma de frutose unidas entre si por uma ligação glicosídica (Figura 3.5) e apresenta-se sob a forma de cristais brancos, de sabor doce e solúvel em água. De todas as opções que existem no mercado este é o produto mais usado na indústria alimentar, constituindo uma matéria-prima importante na elaboração de produtos de panificação, uma vez que, é a mais versátil e capaz de desempenhar funções específicas de maneira controlada (Mariotti e Alamprese, 2012).

A sacarose é utilizada pela levedura como uma fonte adicional de energia, resultando numa maior produção de CO₂ e de etanol tornando o processo de fermentação mais rápido e mais eficiente. No entanto, uma vez que a levedura não transforma todos os açúcares com a mesma velocidade, caso este esteja em excesso poderá ter um efeito inibitório na fermentação, já que, a levedura é sensível ao aumento da pressão osmótica decorrente desta situação (Moraes *et al.*, 2010).

Outra das suas funções é actuar como “amaciador” na fase de mistura das matérias-primas, ao absorver água e atenuar o desenvolvimento do glúten. Tal ocorre porque o açúcar compete com a formação de glúten na presença de água, prevenindo a sua hidratação excessiva, obtendo-se assim, massas com a consistência desejada. Deste modo, o açúcar utilizado na proporção correta otimiza a elasticidade; quando usado numa quantidade excessiva em relação ao teor de farinha, o efeito sobre o glúten é prejudicial à textura final da massa obtida (Struck *et al.*, 2014).

Durante a cozedura, o açúcar também desempenha um papel importante neste tipo de produtos, permitindo prolongar a gelatinização do amido, promovendo uma maior estabilidade à temperatura de cozedura e que se formem os gases resultantes da fermentação benéficos à expansão da massa e aumento do volume do produto daí resultantes (Sumnu e Sahin, 2008).

Relativamente às propriedades organolépticas, dependendo da quantidade adicionada este ingrediente pode afectar não só o sabor mas também a textura e aparência do produto final. Os açúcares não fermentados durante a fermentação da massa contribuem para reter humidade no produto e conferem-lhe a cor castanho-dourada característica (reações de *Maillard* e reações de caramelização) (Esteller *et al.*, 2004; Hug-Iten *et al.*, 2001).

3.2.1.5. Matéria Gorda

As gorduras, também designadas por lípidos, são substâncias naturais insolúveis em água mas solúveis em solventes orgânicos, de origem animal ou vegetal, constituídas maioritariamente por triglicéridos, com ácidos gordos esterificados pelo glicerol e que à temperatura ambiente podem existir no estado líquido ou sólido (Bakerpedia, 2016; Pareyt *et al.*, 2011).

Na indústria da panificação as gorduras desempenham um papel chave na preparação dos produtos, não só pelo valor nutricional que lhe aportam, mas também pela influência que têm sobre as suas propriedades reológicas, sensoriais e de estabilização e conservação (atrasam o envelhecimento dos alimentos) (Mignogna *et al.*, 2015).

Uma das suas principais funções é exercer grande influência na maciez das massas, uma vez que a sua dispersão nestas evita que o glúten adquira uma estrutura continua (as cadeias de glúten formadas são encurtadas e lubrificadas) impedindo o seu sobre desenvolvimento e endurecimento, conferindo ao produto a sua textura e forma durante a cozedura, favorecendo também, a incorporação de ar sob a forma de emulsão (aumento de volume do produto). Contribuem para o sabor, para a cor e, devido ao seu elevado poder calorífico ajudam a acelerar a cozedura do produto (Caponio *et al.*, 2013; Hui, 2006).

A estabilidade das gorduras no produto final é influenciada por vários factores, como o tipo de gordura, o seu grau de saturação, o teor de humidade, a exposição ao ar, a temperatura da cozedura, entre outros (Gonçalves, 2012).

As gorduras normalmente utilizadas na preparação de produtos de padaria são manteiga, óleos vegetais hidrogenados, margarina e óleos refinados. Na formulação do produto em estudo neste trabalho, é usada uma margarina própria, de origem vegetal. Esta é obtida principalmente a partir de óleos vegetais sendo rica em ácidos gordos mono e poli-insaturados e consiste numa emulsão cristalizada, envolvendo uma fase gorda e outra aquosa. Possui um valor mínimo de 80 % de óleos vegetais, e máximo de 16 % de água (Caponio *et al.*, 2013; Sopelana *et al.*, 2013; Reda e Carneiro, 2007).

3.2.1.6. Sal

O sal constitui uma matéria-prima usada para temperar, realçar propriedades e melhorar o sabor e o aroma de outros ingredientes em produtos alimentares (Beck *et al.*, 2012).

No fabrico de massas levedadas, como as de panificação, o sal tem uma participação importante, mesmo quando adicionado em pequenas quantidades. Para além de realçar o sabor e favorecer a conservação do alimento devido às suas propriedades higroscópicas, o sal interage na formação da rede de glúten, reforçando-a e aumentando a sua força (cadeias mais coesas) e tenacidade (possui capacidade ionizante sobre as moléculas proteicas), resultando numa maior estabilidade, firmeza e maneabilidade das massas e impedindo que estas fiquem pegajosas (Toyosaki e Sakane, 2013; Angioloni e Rosa, 2005).

Outra das suas funções é regular o desempenho da levedura na massa (as leveduras são tendencialmente halófitas), o que influenciará favoravelmente a estrutura final do produto. No entanto, devido ao efeito osmótico que exerce na célula da levedura, se a sua adição for excessiva poderá inibir a actividade desta (Toyosaki e Sakane, 2013; Riera *et al.*, 2004).

3.2.1.7. Aditivos

Os aditivos alimentares são substâncias de origem natural ou sintética, na maior parte dos casos sem valor nutritivo considerável, que não são consumidas como alimento em si, mas que são adicionadas aos alimentos em pequenas quantidades com um ou mais fins tecnológicos, encontrando-se distribuídas por grupos de acordo com a função que desempenham. Nos últimos anos, factores como a produção de alimentos em larga escala, uma maior exigência de qualidade por parte dos consumidores e a necessidade de aumentar o tempo de vida útil dos alimentos, conduziram ao recurso por parte das indústrias alimentares a aditivos como os emulsionantes, os conservantes ou os antioxidantes (Mondal e Datta, 2008).

A indústria da panificação não foi excepção e actualmente são utilizados nesta, aditivos alimentares que não só facilitam o processo de produção em si como permitem também obter produtos mais atractivos a nível visual, de textura e de durabilidade e com características organolépticas melhoradas. São geralmente adicionados em pequenas quantidades permitindo corrigir ou minimizar possíveis défices da farinha de trigo, alterar o comportamento reológico da massa bem como a sua elasticidade e extensibilidade ou até proporcionar maior segurança contra falhas do processo (por exemplo, tempos de amassado ou fermentações muito longos). Os mais utilizados são os oxidantes, os redutores, as enzimas, os emulsionantes e em alguns casos os conservantes (Pyler e Gorton, 2008; Indrani e Rao, 2006).

Os oxidantes têm como principal função regular a capacidade de retenção de gás das massas e modificar as propriedades reológicas das mesmas. Outra funcionalidade dos oxidantes é branquear o miolo do produto através da oxidação dos pigmentos presentes na farinha. Os agentes oxidantes mais comumente utilizados são o ácido ascórbico, a azodicarbonamida e o bromato de potássio (Pereira *et al.*, 2009; Riera *et al.*, 2004).

Ao contrário dos anteriores, os agentes redutores promovem a ruptura das pontes de dissulfeto do glúten, logo a sua adição em produtos de panificação tem como função enfraquecer a estrutura da massa e desta forma, aumentar a sua extensibilidade e diminuir a sua elasticidade. São muito utilizados para reduzir a resistência à deformação da massa e torná-la mais macia (Wacker, 2012).

No que diz respeito aos emulsionantes, estes são moléculas compostas por uma parte hidrofílica (polar e solúvel em água) e uma parte hidrofóbica (apolar e insolúvel em água) e, em massas de panificação proporcionam a emulsão de substâncias imiscíveis (como água e gordura), fornecem lubrificação às massas para o seu tratamento mecânico, substituem parcialmente a adição de gordura e interagem com o glúten. Desta forma, permitem a obtenção de produtos com estrutura, volume e textura melhorados e com tempos de frescura e duração mais longos. Entre os emulsionantes mais utilizados incluem-se os monoglicerídeos (E471) e os ésteres monoacetiltartáricos e diacetiltartáricos de mono e diglicéridos de ácidos gordos (DATEM e E472e) (López-Tenorio *et al.*, 2015; Suman *et al.*, 2009; Gandra *et al.*, 2008).

Relativamente aos conservantes, a sua principal função na indústria da panificação é aumentar o período de vida útil do alimento, uma vez que previnem a proliferação de fungos. Esta classe de aditivos tem especial importância em panificadoras que produzam produtos embalados, evitando o aparecimento de condições fisiológicas favoráveis ao desenvolvimento de colónias de fungos. Na panificação os conservantes mais utilizados são os ácidos orgânicos de cadeia curta como o acético, o propiónico e o sórbico.

Às massas de pão e seus afins podem por vezes ser adicionadas enzimas para compensar alguma deficiência em enzimas endógenas ou para se conseguir uma outra funcionalidade. A combinação das enzimas adicionadas à massa pode ser muito complexa, contudo aquelas que se utilizam mais vulgarmente na indústria da panificação são as alfa-amilases e as proteases. As primeiras têm como principal função gerar açúcares fermentescíveis para a levedura, incrementando assim a capacidade de produção de gás. Já as proteases usam-se para modificar o glúten nas farinhas com alto teor de proteínas, com o fim de otimizar e controlar tempos de amassado ou ainda para aumentar o volume dos produtos (Riera *et al.*, 2004).

3.2.2. O PROCESSO DE FABRICO DO BOLO COM PEPITAS DE CHOCOLATE.

O fabrico de um produto de panificação industrial é um processo que compreende várias etapas, de sequência lógica adequadas ao produto a produzir. No que diz respeito ao processo de produção de um produto como o bolo com pepitas de chocolate, este encontra-se resumidamente representado na figura 3.6 na qual se apresentam as principais etapas nele envolvidas bem como os equipamentos utilizados na sua execução.



Figura 3.6: Representação resumida do processo de produção de um produto de panificação industrial como o bolo com pepitas de chocolate.

Todas as etapas compreendidas no processo são fundamentais e importantes, devendo sempre ser correctamente executadas e controladas de forma a se obter no produto final os parâmetros de qualidade especificados. As reacções físico-químicas que ocorrem, desencadeadas pela junção de certos componentes da massa, bem como as características das etapas de mistura/amassado, laminação, corte, fermentação e cozedura constituem o ponto-chave para o sucesso do processo de fabrico e encontram-se de seguida descritas.

3.2.2.1. Mistura/Amassado

A mistura/amassado é a primeira etapa fundamental para o fabrico de um produto de panificação e consiste na mistura dos ingredientes da formulação nas quantidades certas (dosagem dos ingredientes) e na sequência desejável, previamente introduzidos na amassadora, sobre os quais é exercido durante um certo período de tempo trabalho mecânico. Tem como objectivo promover a mistura e homogeneização de todos os ingredientes e possibilitar a hidratação da farinha e a incorporação de ar, permitindo assim o desenvolvimento da massa que irá sofrer as etapas subsequentes (Giannou *et al.*, 2003).

Inicialmente, quando a farinha é misturada e amassada com os restantes ingredientes da formulação, as proteínas nela contida (gluteninas e gliadinas) sofrem uma modificação na sua conformação e interagem com a água, resultando numa massa com aspecto grosseiro. Com a continuação do processo de amassado as proteínas hidratadas começam a interagir entre si e com os restantes componentes (como o amido, os sais, os lípidos e os polissacáridos não amiláceos), reorganizando-se e formando a rede de glúten. No final é obtida uma massa lisa, com menor tendência a aderir às paredes da cuba amassadora, elástica e com

capacidade para se expandir e reter o gás posteriormente produzido pela levedura. Esta etapa do processamento permite também a distribuição das células de levedura e o arejamento da massa. O oxigénio incorporado na massa constituirá os núcleos de gás, os quais irão posteriormente, durante a etapa de fermentação e no início da cozedura, expandir constituindo desta forma um factor importante na formação da estrutura do miolo do produto (Ktenioudaki *et al.*, 2015; Giannou *et al.*, 2003).

Durante esta fase do processo produtivo, verifica-se uma subida de temperatura da massa. Uma vez que este é um parâmetro com influência directa na fermentação do produto, é essencial controlá-lo, recorrendo para tal às características da água utilizada na formulação (temperatura e estado). No caso de um produto com características como o bolo com pepitas de chocolate a temperatura final indicada da massa deverá estar entre os 22 e os 26°C.

Outro parâmetro importante e que deve também ser controlado é o tempo de duração desta etapa, pois é determinante na qualidade da massa obtida em termos reológicos e estruturais. Assim, de forma a conseguir uma boa massa, com um bom desenvolvimento da rede gluteína é muito importante adequar o tempo de amassado do processo e restantes factores implícitos (como as quantidades dos ingredientes utilizadas, as características da farinha, a velocidade da batedeira, entre outros). Da optimização deste processo deverá resultar uma massa de aspecto uniforme, com extensibilidade suficiente para ser manuseada e com capacidade em reter o CO₂, podendo assim expandir adequadamente durante a fermentação (Pylar e Gorton, 2009).

Um teste muito utilizado na indústria da panificação e que constitui um indicador de que a massa foi suficientemente trabalhada é o teste do véu (figura 3.7), o qual consiste em esticar um pedaço da massa o mais fino possível (como um véu) e contínuo, sem que esta rasgue. Nesse ponto, todas as partículas da farinha se encontram completamente hidratadas e a massa atinge a máxima elasticidade, o que significa estar pronta para entrar na etapa seguinte (Fajardo, 2011).



Figura 3.7: Aspecto de uma massa de pão branco nas diversas fases da etapa de amassado até atingir o ponto de batido óptimo. A: Massa depois de atingir a homogeneidade; B: Massa ainda não totalmente desenvolvida; C: Massa totalmente desenvolvida, no ponto ideal ou ponto de véu (adaptado de <http://www.marildafajardo.com.br/2011/03/ponto-de-vu/>).

Quando o tempo de mistura e batido é demasiado curto, a massa é pouco trabalhada e a rede de glúten não se desenvolve o suficiente, ficando incapaz de reter o CO₂ o que comprometerá a estrutura da massa e do produto final. Por outro lado quando o tempo de mistura e batido ultrapassa o necessário, a massa é trabalhada em excesso e a rede de glúten já constituída ficará novamente rasgada, o que resultará numa massa pegajosa, menos consistente e sem força nem capacidade de reter o CO₂ (devido à quebra das ligações dissulfeto durante a despolimerização). Além disso, um tempo de mistura e batido excessivo resultará num aquecimento da massa superior ao apropriado, o que irá inevitavelmente alterar o processo fermentativo (Fajardo, 2011; Gómez *et al.*, 2011; Pylar e Gorton, 2009).

Existe contudo um intervalo de tempo ou tolerância em que uma massa cujo ponto ideal foi atingido ainda pode ser amassada, até ao ponto em que o trabalho mecânico comece a ser excessivo. Essa tolerância difere muito consoante a farinha utilizada, podendo ser aumentada através da adição a esta de melhorantes (UNIFA, 2015).

3.2.2.2. Laminação e Corte

Finalizado o processo de mistura e amassado, a massa é introduzida num doseador automático, descendo por gravidade e em quantidades regulares para um equipamento apropriado onde será laminada e posteriormente cortada, obtendo-se assim a massa com o formato desejado para ser colocado nos moldes.

Esta operação unitária tem como principal objectivo dividir e redistribuir as bolhas de gás e as células da levedura, desempenhando assim um papel importante para o comportamento da massa nas etapas seguintes do processo. Nesta etapa a massa vai passando através de múltiplos rolos que a apertam, dando-lhe a forma de uma lâmina. Enquanto a massa é apertada uma parte do gás nela presente é eliminado, obtendo-se uma distribuição mais regular dos alvéolos presentes na massa uma vez que estes se tornam mais pequenos e mais numerosos. Por outro lado, a desgaseificação e redistribuição das bolhas de gás que ocorre nesta etapa também impede que se criem tensões nas cadeias de glúten que rodeiam as bolhas gasosas, provocadas por grandes quantidades de gás acumulado (Mahadevappa *et al.*, 2015; Autio e Laurikainen, 1997).

Ao longo da laminação, uma maior ou menor expulsão de gás bem como uma divisão dos alvéolos mais ou menos intensa dependem do grau de aperto dos rolos da laminadora. Uma vez que esta é uma etapa com impacto na qualidade final da massa bem como nas propriedades dos produtos finais, é extremamente importante que o grau de laminação seja o adequado. Este depende da consistência da massa, a qual resulta de algumas variáveis como a taxa de hidratação, a temperatura e a quantidade do glúten nela presente. Outro aspecto importante é o facto de muitas vezes, no decorrer desta etapa, surgirem fissuras na superfície da massa as quais são indesejáveis e afectam geralmente a qualidade do produto final (Mahadevappa *et al.*, 2015; Dobraszczyka e Morgenstern, 2003).

No final da etapa de laminação, a massa passa por uma guilhotina de metal, a qual deverá ter a forma e as dimensões adequadas ao produto pretendido e é cortada. Seguidamente os bolos são depositados em tabuleiros apropriados, por acção de um tapete retráctil activado por um sensor fotoeléctrico que controla a sua presença.

3.2.2.3. Fermentação

Através de transportadores de correntes, os tabuleiros com a massa cortada são transportados e introduzidos numa câmara de fermentação a temperatura e humidade controladas iniciando-se a etapa de fermentação, a qual constitui um dos passos mais importantes no fabrico de produtos de panificação. Tem como principal objectivo produzir uma massa lveda que posteriormente será cozida. Nesta etapa a massa encontra-se em repouso e cresce devido à acção da levedura que, na ausência de oxigénio (O_2), consome os açúcares disponíveis na massa, libertando CO_2 e etanol. Uma vasta gama de compostos aromáticos responsáveis pelo aroma dos produtos de panificação (aldeídos, ácidos, ésteres e cetonas) são produzidos no decorrer desta etapa (Ktenioudaki *et al.*, 2015; Rezaei *et al.*, 2014; Ktenioudaki *et al.*, 2011).

Embora o processo de fermentação da levedura se inicie ainda durante o processo de amassado é na etapa de fermentação que a produção de CO_2 é mais relevante, pois é quando estão reunidas as condições de tempo, temperatura e humidade óptimas ao seu desenvolvimento. O gás produzido difunde-se pela massa ficando retido na estrutura reticulada do glúten formado e a elasticidade e extensibilidade da massa permite que esta se expanda e aumente de volume à medida que o CO_2 vai sendo produzido. Para além do crescimento e da variação da consistência da massa, outras transformações físicas ocorrem nesta ao longo do processo fermentativo, tais como o aumento da sua temperatura e a perda de humidade (Verheyen *et al.*, 2015; Ivorra *et al.*, 2014; Ktenioudaki *et al.*, 2009).

No decorrer do processo fermentativo ocorrem também transformações químicas na massa como as alterações dos açúcares e as modificações nas proteínas. Os açúcares existentes nas massas são os açúcares da farinha de trigo, os produzidos pela acção das enzimas da farinha ou da levedura e os açúcares adicionados como ingrediente os quais vão sendo transformados até se obterem apenas mono e dissacáridos fermentáveis, essenciais para a inflação da matriz da massa. Também modificações em partes desses açúcares ocorrem, através da acção de bactérias acéticas e lácticas da farinha, o que se traduz num aumento da acidez da massa que contribui para o desenvolvimento do glúten, essencial nesta etapa (Verheyen *et al.*, 2015; Brandão e Lira, 2011).

Ao nível das proteínas as alterações resultam da presença de enzimas proteolíticas das leveduras, as quais atuam sobre as proteínas solúveis da massa convertendo-as em peptonas, polipéptidos e péptidos. As proteases quebram as cadeias proteicas originando péptidos menores e estes vão ser utilizados como alimento para as leveduras. Os produtos de

degradação intermediária são modificados pelas peptidases para produção de aminoácidos. Outra modificação que ocorre é a transformação das proteínas insolúveis em solúveis. Essas transformações contribuem na formação do sabor e aroma do pão e afins, além de que, a diminuição de cadeias proteicas irá favorecer a interacção entre elas e, consequentemente, o desenvolvimento da rede de glúten (Brandão e Lira, 2011).

A temperatura e a humidade relativa no interior da câmara de fermentação assim como o tempo durante o qual a massa se encontra no seu interior, são os três factores mais importantes e a ter em consideração ao longo desta etapa do processo produtivo. A temperatura de fermentação está relacionada com uma boa actividade da levedura, a qual tem o seu óptimo a cerca de 37 °C. Geralmente em produtos de panificação a temperatura está entre os 35 e os 45 °C e a humidade relativa do ar é de aproximadamente 85 %. Quanto ao tempo de fermentação, este depende do tipo de produto, dos ingredientes e aditivos incorporados, da quantidade de levedura adicionada assim como da temperatura e da humidade do local (Rezaei *et al.*, 2014).

3.2.2.4. Cozedura

À saída da câmara de fermentação os moldes são conduzidos, através de um tapete rolante metálico, até ao forno onde ocorrerá uma das últimas fases do processo produtivo, a cozedura. Esta, tal como as anteriores, consiste também numa etapa fundamental em produtos de panificação, onde a massa crua anteriormente depositada nos moldes é transformada, sob acção do calor, num produto leve, poroso, saboroso e facilmente digerível (Lara *et al.*, 2011).

Nos minutos iniciais da cozedura observa-se o aumento do volume da massa, ficando assim ajustada ao molde. Esta expansão resulta do facto da levedura, devido ao aumento da temperatura, se tornar mais activa por um curto período de tempo e, consequentemente produzir uma maior quantidade de gás. Por outro lado, os gases provenientes da fermentação aumentam de volume, sendo que o etanol e a água evaporam enquanto o CO₂ se vai difundindo até à superfície da massa, fazendo com que o volume desta aumente (Verdú *et al.*, 2015).

Quando a temperatura da massa atinge valores próximos dos 60 °C ocorre a morte térmica das células de levedura e toda a sua actividade cessa, iniciando-se a gelatinização do amido. Aos 70 °C o processo de gelatinização do amido continua e ocorre a desnaturação proteica, a rede de glúten desnatura ou coagula e a massa solidifica, tornando-se numa estrutura rígida e porosa. Neste processo, a água que estava contida na rede de glúten evapora, contribuindo também para o fenómeno de gelatinização do amido (Ronayne *et al.*, 2009).

No final desta etapa os processos descritos anteriormente terminam e a superfície da massa apresenta temperaturas muito superiores às atingidas no centro do produto. Estas elevadas temperaturas favorecem reacções que levam ao escurecimento, como as reacções

de *Maillard* e de caramelização dos açúcares, e ao desenvolvimento do aroma e sabor característicos dos produtos de panificação (Pico *et al.*, 2015; Bajd e Sersa, 2011; Purlis, 2010).

Tendo em conta os atributos de qualidade hoje em dia exigidos por parte dos consumidores, e o facto de a cozedura ser um processo com um papel importante nas propriedades estruturais, físicas e texturais dos produtos de panificação, é importante que esta seja uma etapa do processo produtivo cuidadosamente controlada. Factores como a quantidade de calor aplicado, o nível de humidade no forno e/ou o tempo de cozedura têm um efeito crucial na qualidade final dos produtos. Também o conhecimento das interacções que ocorrem nesta etapa, entre os ingredientes da formulação, assim como dos fenómenos anteriormente descritos podem ser utilizados como chave para o controlo de qualidade do produto final (Lara *et al.*, 2011; Hesso *et al.*, 2015).

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA APLICADA

4. METODOLOGIA APLICADA

Para o desenvolvimento do projecto, adoptou-se a metodologia habitualmente proposta e seguida pela Empresa (figura 4.1) em qualquer projecto semelhante em qualquer uma das suas linhas de produção, a qual se baseia em algumas ferramentas de melhoria da qualidade como o diagrama de Pareto, a análise “5 Porquês” e a análise causa-raiz ou diagrama de *Ishikawa*. Este método é composto por seis etapas e consiste na definição dos objectivos e na execução de diversas actividades tais como, recolha de amostras, tratamento de dados, elaboração de propostas de melhoria, entre outras, de forma a eliminar problemas e alcançar ou superar os objectivos propostos a nível da qualidade para os produtos.

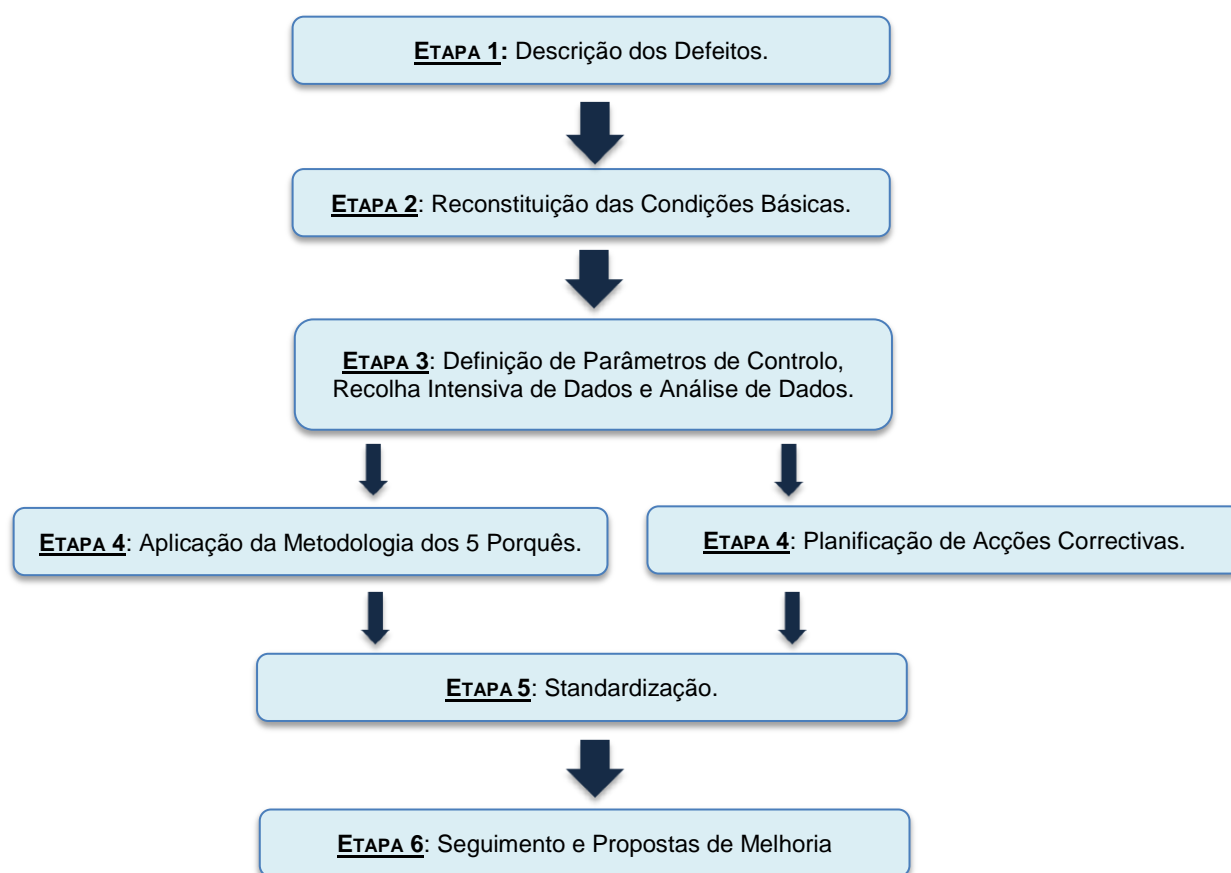


Figura 4.1: Esquema representativo da metodologia adoptada no desenvolvimento de projectos de melhoria contínua no Grupo Panrico®.

Estando o sucesso de um projecto desta natureza dependente de uma boa gestão do tempo, foi indispensável monitorizar a duração de cada uma das etapas ao longo das semanas de trabalho utilizando para tal um diagrama de *Gantt* com a duração total de 5 meses, com início em Outubro de 2015 e término em Fevereiro de 2016.

4.1. ESQUEMA DO PROCESSO DE FABRICO DO BOLO COM PEPITAS DE CHOCOLATE

Para conhecimento de causa e cumprimento do objectivo proposto e do fluxo de trabalho e actividades a realizar foi vital, no arranque do projecto, compreender e analisar todo o processo de produção do produto em estudo, bem como as várias etapas deste que podem, caso nelas ocorram falhas, comprometer a sua qualidade. Esta compreensão foi conseguida pela observação da linha de produção e do processo de fabrico e pelo contacto no terreno dos membros da equipa com todos os operadores que nela trabalham. Na figura 4.2 encontra-se representado o esquema ilustrativo das principais etapas do processo de fabrico do bolo com pepitas de chocolate.

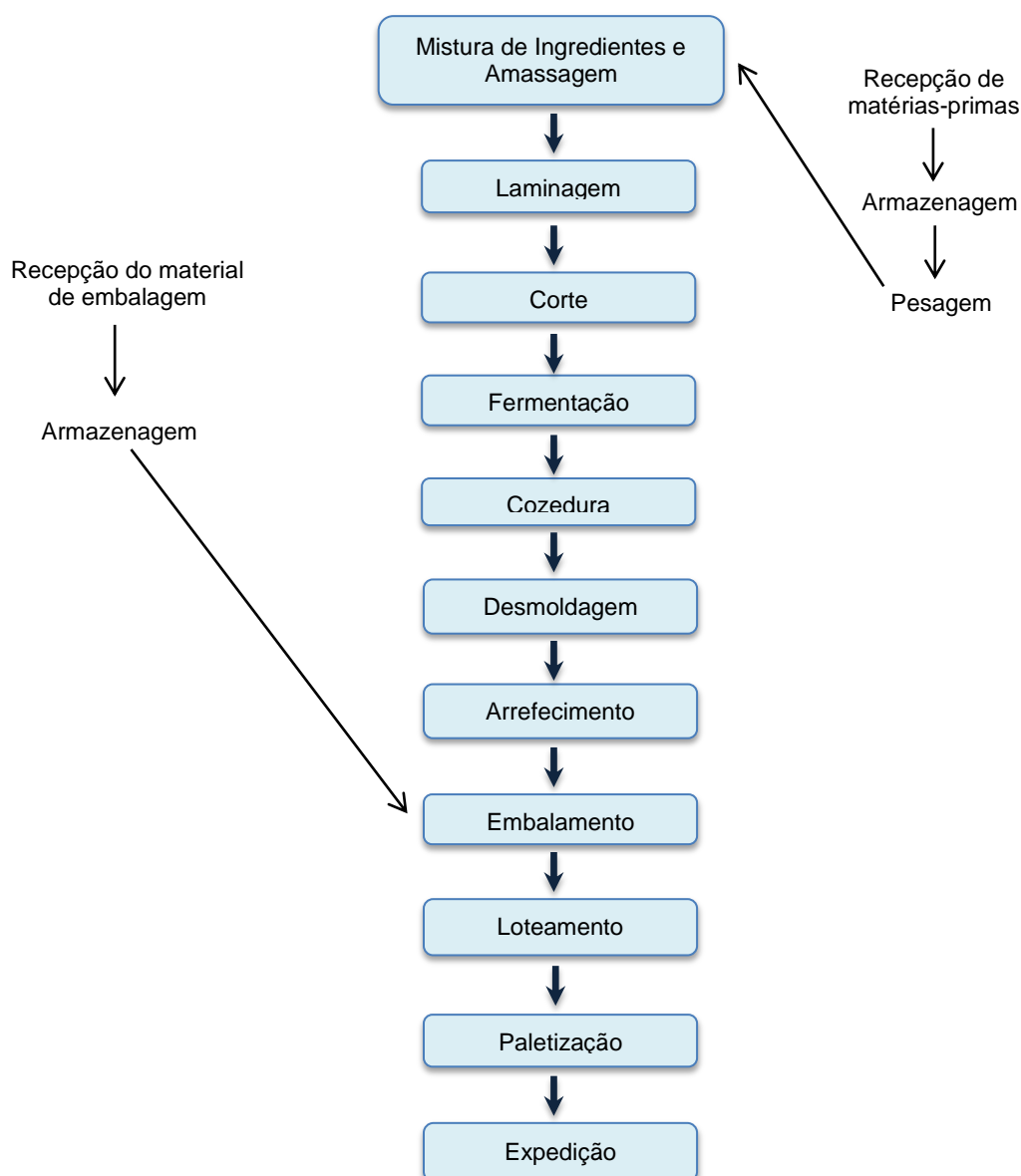


Figura 4.2: Esquema ilustrativo das principais etapas do processo de fabrico do bolo com pepitas de chocolate.

4.2. ANÁLISE PRELIMINAR DE DADOS

Para a análise do histórico de resultados da Empresa relativos ao Controlo da Qualidade de Saída (CQS) do bolo com pepitas de chocolate executado pelo DCQ durante o mês de Agosto de 2015, procedeu-se à avaliação da informação armazenada em *sheets* no programa *Microsoft Excel*, onde foi possível observar as dimensões de cada um dos bolos da amostra recolhida e também o valor de ICS diário.

4.3. ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE FABRICO, RECOLHA E ANÁLISE DE AMOSTRAS DE BOLOS COM PEPITAS DE CHOCOLATE

Com o propósito de avaliar o desempenho do processo de fabrico assim como a relação deste com a qualidade final do produto em estudo, foi efectuado, no decorrer de todo o tempo do projecto, o seu acompanhamento intensivo e monitorização a par com a recolha, em locais distintos da linha de produção, e posterior análise de amostras de bolos com pepitas de chocolate. O método de recolha de dados delineado encontra-se em seguida apresentado.

4.3.1. RECOLHA E ANÁLISE DE AMOSTRAS APÓS ETAPA DE EMBALAMENTO

Nas semanas iniciais do projecto, diariamente, em horários distintos durante as horas de fabrico do produto, foram recolhidas várias vezes amostras de 30 bolos com pepitas de chocolate após a etapa de embalamento individual em película. Destes apenas se analisaram 16 bolos aleatórios, medindo-os no laboratório de Físico-Química quanto aos requisitos “diâmetro maior”, “diâmetro menor” e “altura”, utilizando para tal uma régua apropriada com escala em mm.

Os dados obtidos para cada um dos parâmetros avaliados em cada um dos bolos da amostra foram registados numa tabela idêntica à utilizada pelo DCQ quando efectuado o CQS do produto, na qual as “diferenças de diâmetro” são calculadas automaticamente. É importante referir que o número de amostras recolhidas durante toda a produção não foi igual diariamente.

4.3.2. RECOLHA E ANÁLISE DE AMOSTRAS APÓS ETAPA DE COZEDURA

Numa fase posterior de desenvolvimento do projecto, a recolha de amostras efectuou-se após a etapa de cozedura. Aqui, foram recolhidos manualmente tabuleiros de bolos à saída do forno, correspondentes a amassados acompanhados e monitorizados. Consoante a posição ocupada no tabuleiro e tendo como base um esquema previamente definido pela equipa de trabalho, o qual se encontra representado na figura 4.3, os bolos foram numerados de 1 a 35 e posteriormente transportados até ao laboratório de Físico-Química, onde foram analisados relativamente ao seu peso e dimensões, utilizando para tal uma balança e uma régua apropriada com escala em mm, respectivamente.

Os dados obtidos para cada um dos parâmetros avaliados em cada um dos 35 bolos da amostra recolhida foram registados numa tabela idêntica à utilizada pelo DCQ quando efectuado o CQS do produto, tendo sido o requisito “diferença de diâmetros” calculado automaticamente.

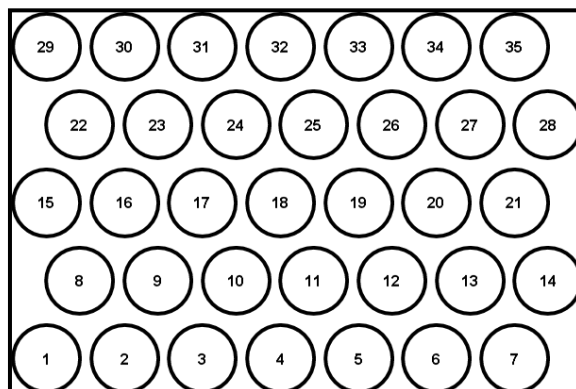


Figura 4.3: Esquema representativo da numeração atribuída à posição dos bolos com pepitas de chocolate no tabuleiro.

Uma vez que a linha de produção do alimento em estudo é também ocupada com o fabrico de outros produtos, consoante o necessário e o volume de trabalho da Empresa, é importante referir que o plano de amostragem, no que diz respeito à dimensão da amostra, não foi sempre igual todos os dias. A amostra mínima analisada correspondeu a um tabuleiro completo, ou seja 35 bolos. No entanto, houve dias de produção do bolo com pepitas de chocolate ao longo do projecto em que foram recolhidas mais amostras, ou seja mais que um tabuleiro.

4.3.3. RECOLHA E ANÁLISE DE AMOSTRAS APÓS ETAPA DE CORTE

Em simultâneo com a recolha efectuada como indicado no ponto anterior, procedeu-se à recolha e análise de amostras após a etapa de corte. Aqui, foram recolhidas várias vezes ao longo dos dias de decurso do projecto amostras de bolos com pepitas em massa (crus) correspondentes a amassados acompanhados e monitorizados. Uma vez que a guilhotina (*cutters*) utilizada executa simultaneamente cinco cortes, cada recolha efectuada correspondeu a uma dimensão da amostra de cinco bolos. O número de recolhas efectuadas dependeu das horas de produção do produto, sendo que no final do dia o número mínimo de amostras analisadas foi de 5 e o número máximo foi de 20. Cada um dos bolos recolhidos foi pesado na balança situada junto da linha de produção (na sala de amassados) tendo sempre presente a posição por cada um ocupada, a qual foi estipulada pela equipa de trabalho e se apresenta na figura 4.4. Os pesos foram registados em folhas de recolha de dados também construídas por membros da equipa.

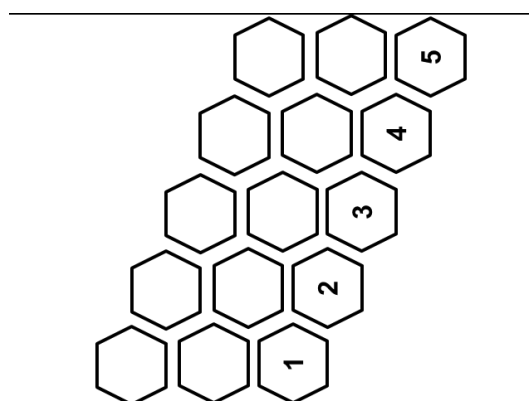


Figura 4.4: Esquema representativo da posição ocupada pelos bolos com pepitas de chocolate no tapete, após a etapa de laminação e corte.

CAPÍTULO 5

TRABALHO EXPERIMENTAL

5. TRABALHO EXPERIMENTAL¹

No mês anterior ao início do estágio (Agosto de 2015), o indicador de desempenho ICS para o bolo com pepitas de chocolate tomou o valor mais elevado (X) entre os dois produtos fabricados na linha de produção 1 (Figura 5.1 B), a qual apresentava, de entre as seis distintas linhas da fábrica de Mem Martins da Empresa, o valor de ICS maior (Figura 5.1 A). Em relação aos defeitos na origem de tal ICS, os requisitos “diferença de diâmetros” e “diâmetro menor” foram aqueles que apresentaram valores superiores (figura 5.1 C), revelando assim serem estes dois os defeitos com mais peso e portanto que mais contribuíam para o alto ICS da linha.

Face aos resultados observados e ao impacto que os defeitos nos requisitos mencionados têm no ICS do produto, e consequentemente no ICS da sua linha de produção, o objectivo proposto é reduzir o número de defeitos nesses requisitos, ou seja melhorar o bolo com pepitas de chocolate em relação ao seu “diâmetro menor” e “diferença de diâmetros” (*Key Activity Indicators- KAI's*), de forma a diminuir o ICS da sua linha de produção. Tendo em conta a filosofia e princípios inerentes à empresa, pretende-se uma redução do ICS do produto (KPI) de pelo menos 60 %. Dado o tipo de projecto não se vislumbram, a nível económico, poupanças quantitativas.

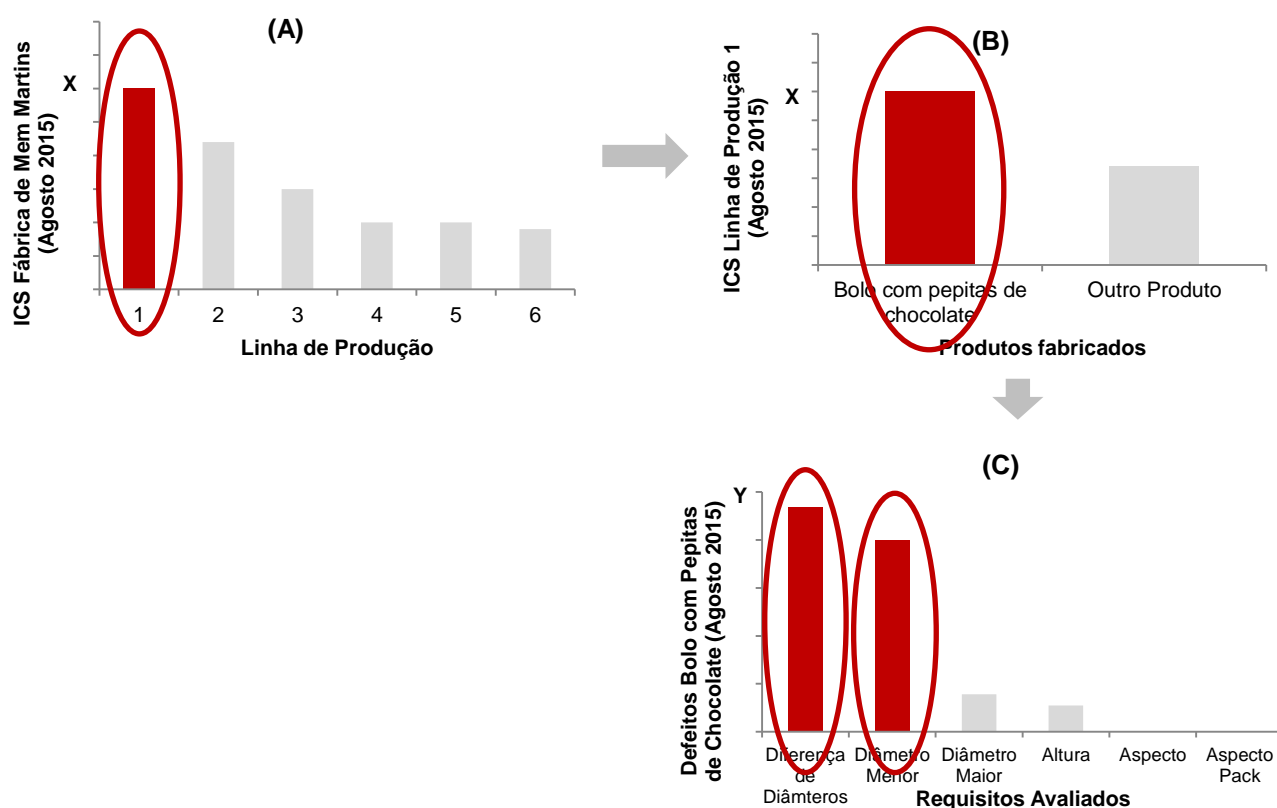


Figura 5.1: Resultados referentes a Agosto de 2015 da Fábrica de Mem Martins da Empresa: (A) ICS geral da fábrica; (B) ICS da linha de produção 1; (C) Defeitos apresentados pelo produto no mesmo período.

¹ Por questões de confidencialidade, não são apresentados no decorrer deste capítulo quaisquer valores reais.

Para a abordagem experimental do problema em estudo, procurou-se seguir os passos da metodologia habitualmente usada pela Empresa em projectos de melhoria (figura 4.1). Contudo, uma vez que esta constitui uma metodologia geral para qualquer tipo de projecto desta natureza, a designação de cada uma das etapas nela mencionadas foi ajustada ao projecto em causa e a sua realização nem sempre seguiu a ordem indicada.

5.1. CONSTITUIÇÃO DA EQUIPA

Para a resolução do problema em estudo foi formada uma equipa de melhoria específica que iniciou actividade em Outubro de 2015, semana 41. Esta equipa multidisciplinar integrou seis elementos dos departamentos de Produção, Manutenção e Qualidade da Empresa, apresentando cada um funções e responsabilidades definidas.

De modo a alcançar os objectivos propostos, elaborou-se um relatório inicial do projecto onde se apresentou de forma detalhada o problema em estudo, a equipa de trabalho e a metodologia adoptada. Este documento constitui no fundo um resumo, perceptível a qualquer leitor, de todo o projecto desenvolvido.

Semanalmente, após as reuniões da equipa de trabalho, foram registados quais os procedimentos de cada uma das etapas da metodologia já realizadas no diagrama de *Gantt*. Esta planificação permitiu o acompanhamento do valor do indicador ICS ao longo das semanas em que decorreu o projecto assim como do valor indicador de cada um dos defeitos em estudo no produto (“diferença de diâmetros” e “diâmetro menor”).

5.2. ETAPA 1- AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO INICIAL DO BOLO COM PEPITAS DE CHOCOLATE E DESCRIÇÃO DOS DEFEITOS

Pelos resultados da Empresa referentes ao bolo com pepitas de chocolate em Agosto de 2015, os quais motivaram a execução deste projecto, era sabido que a ocorrência de defeitos na “diferença de diâmetros” e no “diâmetro menor” do produto tinham sido a principal causa para o elevado valor de ICS por este apresentado.

A “diferença de diâmetros” e o “diâmetro menor”, juntamente com o “diâmetro maior” e a “altura” formam, o conjunto de requisitos directamente associados às dimensões e à forma do bolo com pepitas de chocolate, existindo para cada um deles, um valor especificado (cm) e um intervalo de tolerância determinados pela Empresa, os quais se encontram indicados na tabela 5.1. Assim, para que um bolo seja considerado como um produto com “zero defeitos” em relação à sua dimensão e forma, é necessário que os valores dos requisitos na tabela mencionados se encontrem dentro dos intervalos estabelecidos. Qualquer requisito avaliado cujo valor esteja fora da especificação é considerado como um defeito no produto.

Tabela 5.1: Valores especificados (cm) e respectivo intervalo de tolerância para os requisitos de qualidade associados às dimensões e à forma do bolo com pepitas de chocolate.

Requisito de Qualidade	Valor Especificado (cm)	Intervalo de tolerância
Diâmetro Maior	A	$\pm 0,5$ cm
Diâmetro Menor	B	- 0,3 cm + 1 cm
Diferença de Diâmetros	C	
Altura	D	- 0,3 cm + 0,5 cm

Iniciado o projecto em Outubro de 2015 (semana 41), foi importante num primeiro momento compreender, descrever e detectar um padrão na forma como os requisitos “diâmetro menor” e “diferença de diâmetros” tinham contribuído para o elevado ICS do bolo com pepitas de chocolate. Para tal avaliou-se o histórico de dados da Empresa, relativos à mesma data, do CQS do produto em estudo, a partir do qual se concluiu que a maioria das amostras inspeccionadas neste período tinha apresentado uma “diferença de diâmetros” superior ao especificado ($> C$ cm) e que o “diâmetro menor” tomava quase sempre valores abaixo ou muito perto do limite mínimo do intervalo de especificação ($B - 0,3$ cm).

Com o objectivo de confirmar que nas semanas seguintes à data de início do projecto os defeitos anteriormente identificados e descritos se mantinham, e também tentar perceber o que poderia motivar o seu aparecimento, procedeu-se a um primeiro contacto e acompanhamento diário de todo o processo de fabrico do bolo com pepitas de chocolate, realizando-se em conjunto com este, e conforme indicado no ponto 4.3.1 da metodologia, a

recolha e análise de amostras de produto. Semanalmente, durante as reuniões da equipa de trabalho, foram avaliados os resultados das medições efectuadas de forma a verificar e concluir quais os principais defeitos presentes nos bolos recolhidos.

Para facilitar a análise, percepção e descrição dos defeitos apresentados pelos bolos ao longo das primeiras semanas de recolha de amostras (da semana 41 à semana 44) calculou-se, para cada um dos quatro requisitos avaliados no produto, o valor mínimo, máximo, a média e respectivo desvio padrão (S). Na tabela 5.2 encontram-se apresentados os resultados obtidos.

Tabela 5.2: Valor mínimo, máximo, médio e desvio padrão de entre os bolos analisados para cada um dos requisitos avaliados.

	Diâmetro Maior	Diâmetro Menor	Diferença de Diâmetros	Altura
Mínimo	A - 0,7 cm	B - 1,3 cm	< C	D - 1,1 cm
Máximo	A + 0,9 cm	B + 1 cm	> C	D + 0,8 cm
Média	A + 0,1 cm	B - 0,3 cm	C + 0,4 cm	D + 0,2 cm
Desvio Padrão (S)	0,3	0,3	0,4	0,2

Pela observação dos resultados foi possível confirmar que de facto as amostras apresentavam em média uma “diferença de diâmetros” bastante superior ao especificado (C + 0,4 cm) e que o requisito “diâmetro menor” se apresentava com um valor médio idêntico ao limite mínimo do intervalo de especificação (B - 0,3 cm). Em relação ao “diâmetro maior” e à “altura”, estes dois requisitos apresentaram valores médios dentro do intervalo de especificação estabelecido para o produto.

5.3. ETAPA 2- *BRAINSTORMING* DE POSSÍVEIS CAUSAS DOS DEFEITOS E DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS DE CONTROLO

Identificados e descritos os defeitos apresentados pelo bolo com pepitas de chocolate, procurou-se identificar possíveis causas na origem destes. O ponto de partida para tal foi a realização de uma sessão de *brainstorming* com todos os membros da equipa de trabalho, na qual se enumeraram, com base em conhecimentos teóricos e práticos, uma série de motivos que poderiam levar à ocorrência de defeitos. Sendo o primeiro passo no fabrico do bolo com pepitas de chocolate, como de qualquer outro produto de panificação, a dosagem dos ingredientes de acordo com a sua formulação foi também importante efectuar uma análise desta, de forma a despistar ser ela a causa de aparecimento de defeitos no produto. Por fim, foram definidos com base no *brainstorming* efectuado os parâmetros do processo e do produto que seria necessário controlar, recolher e analisar, de forma a ser possível mais tarde concluir

quais as causas, de entre as inicialmente apontadas, que realmente originavam os defeitos identificados.

5.3.1. ANÁLISE DA FORMULAÇÃO DO PRODUTO

Como é sabido, a formulação dos produtos de panificação compreende uma série de ingredientes que desempenham funções específicas no processo de formação da massa, sendo a quantidade exacta de cada um determinada tendo em conta as características desejadas no produto final, constituindo aquilo a que os profissionais deste sector designam por balanceamento da receita. Quando uma massa é formulada, alguns factores devem ser tidos em consideração tais como, a função que cada ingrediente exerce na massa e no produto final, as percentagens máximas e mínimas toleráveis, as características internas e externas desejadas no produto final e os métodos de panificação que vão ser utilizados no decorrer do processo de produção. Se quando for estabelecida a formulação de um produto de panificação as quantidades das matérias-primas não forem corretamente balanceadas (tendo em conta todas as características das matérias primas e do processo), essa formulação apresentar-se-á inadequada para a obtenção do produto que se pretende (Shimura, 2011; Wehrle *et al.*, 1997).

Quando analisada a formulação do bolo com pepitas de chocolate, e tendo em conta algumas quantidades relativas de matérias-primas em massas de panificação apontadas por vários autores assim como a interacção entre elas, verificou-se que tanto as quantidades indicadas para as diferentes matérias-primas do produto em estudo como a sua ordem de adição estavam corretamente determinadas, não constituindo assim a formulação estipulada uma possível causa para o aparecimento de defeitos no produto. Tendo em conta que na mesma linha de produção são fabricados outros produtos de panificação com características distintas, colocou-se a hipótese da formulação em questão não ser adequada ao equipamento utilizado nas etapas subsequentes à etapa de mistura/amassado, uma vez que este é mais adequado a massas menos hidratadas. Contudo, concluiu-se ser possível chegar a um compromisso entre a consistência da massa mais adequada para que no final se obtenha um bolo com as características pretendidas e a consistência mais adequada ao equipamento existente na linha de produção do produto.

5.3.2. BRAINSTORMING INICIAL DE POSSÍVEIS CAUSAS

Avaliada a formulação do produto e eliminada a hipótese de esta constituir uma causa para o aparecimento dos defeitos, foram apontadas pela equipa de trabalho, tendo em conta todo o conhecimento do processo de fabrico do bolo com pepitas de chocolate (adquirido também da monitorização feita na etapa 1) e as matérias-primas nele utilizadas, uma série de possíveis causas para o problema em estudo. Para facilitar a consulta e percepção destas ao longo do desenvolvimento do projecto, construiu-se uma tabela (tabela 5.3) onde se registaram todas as potenciais causas do defeito mencionadas e a correspondente etapa do processo de fabrico onde estas ocorreriam.

Tabela 5.3: Potenciais causas do defeito apontadas pela equipa de trabalho quando realizado o *brainstorming* inicial de possíveis causas, e correspondente etapa do processo de fabrico onde estas ocorreriam.

POTENCIAL CAUSA DO DEFEITO	ETAPA DO PROCESSO DE FABRICO
Quantidade total de água utilizada incorrecta	Mistura/amassado
Quantidade de levedura utilizada incorrecta	Mistura/amassado
Características da farinha utilizada	Mistura/amassado
Características da levedura utilizada	Mistura/amassado
Incumprimento da sequência e momento de introdução e incorporação de matérias-primas na massa	Mistura/amassado
Tempo de batido insuficiente ou excessivo	Mistura/amassado
Temperatura do amassado demasiado elevada	Mistura/amassado
Incorrecta laminagem e dobra da massa	Laminação
Corte da massa desadequado	Corte
Peso do bolo em massa após etapa de corte	Corte
Condições de fermentação desadequadas	Fermentação

5.3.3. DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE CONTROLO E ANÁLISE

Para avaliar a veracidade das diversas causas apontadas pelos membros da equipa de trabalho e concluir se poderiam de facto estar na origem dos defeitos observados no produto foram definidos, no seguimento do *brainstorming* efectuado, os parâmetros de cada uma das etapas do processo de fabrico do bolo com pepitas de chocolate dos quais seria importante realizar uma monitorização, recolha intensiva de dados e posterior análise (tabela 5.4). Além destes, foi também importante recolher e acompanhar, particularmente na fase inicial desta etapa, outros parâmetros inerentes ao processo de fabrico e às matérias-primas utilizadas (por exemplo a quantidade de outras matérias-primas, temperatura dos tabuleiros no instante em que recebem o bolo ou o momento de incorporação das pepitas de chocolate nas massas), como forma de garantir entre os amassados acompanhados, correctas e análogas práticas de fabrico por parte dos operadores.

Tabela 5.4: Parâmetros a controlar e recolher em cada uma das etapas do processo de fabrico do bolo com pepitas de chocolate.

Fases do Processo de Fabrico	Parâmetros do processo
Dosagem de ingredientes	Quantidade total de água adicionada
	Silo da farinha utilizada
	Quantidade de levedura adicionada
	Lote da levedura utilizada
Mistura/Amassado	Ordem de incorporação das matérias-primas na cuba da batedeira
	Momento de adição da mistura de sal com outras substâncias higroscópicas à massa
	Tempo de batido da massa (min)
	Temperatura do amassado (°C)
Laminação	Posição dos rolos de laminagem
	Dobra da massa
Corte	Condições e dimensões de corte da guilhotina
	Velocidade de corte
	Peso do bolo em massa após o corte
Fermentação	Condições da câmara de fermentação

Foi também definido pela equipa de trabalho o conjunto de parâmetros do produto a recolher durante este período, possibilitando assim verificar e concluir a relação entre o sucedido no processo de fabrico e as características e dimensões apresentadas pelo produto. Os parâmetros definidos foram: peso, “diâmetro maior”, “diâmetro menor”, “diferença de diâmetros” e “altura”.

5.4. ETAPA 3- RECOLHA INTENSIVA E ANÁLISE DE DADOS DO PROCESSO E DO PRODUTO

5.4.1. RECOLHA DE DADOS DO PROCESSO E DO PRODUTO

Para a recolha de dados (qualitativos e/ou quantitativos) dos vários parâmetros do processo definidos na etapa anterior foi feito, durante várias semanas, um acompanhamento no terreno do processo de fabrico do bolo com pepitas de chocolate, sobretudo na zona de amassados, visto ser este o local onde decorrem as etapas nas quais existia um maior número de variáveis e parâmetros a controlar e recolher. Quanto à recolha e análise de dados das amostras de bolos correspondentes aos dados dos amassados recolhidos ao longo deste período, esta foi efectuada após a etapa de cozedura, conforme indicado no ponto 4.3.2 da metodologia.

Diariamente, finalizado o acompanhamento de vários amassados, foram registados, numa *sheet* criada no programa informático *Microsoft Excel*, todos os dados recolhidos do processo e do produto, assim como informações que pudessem ser relevantes posteriormente quando feita a análise dos dados.

5.4.2. ANÁLISE DOS DADOS RECOLHIDOS

Ao longo das semanas de recolha de dados, foi necessário proceder à sua análise. No final, com base nesta e em conhecimentos teóricos foi possível concluir quais as potenciais causas, de entre as inicialmente apontadas, que realmente poderiam estar na origem dos defeitos. É importante referir que foi sempre tido em consideração que possivelmente não existia uma causa única para o aparecimento dos defeitos mas sim um conjunto de factores que se repercutiam nas características do produto final.

Dado o facto do formato que uma massa apresenta após as etapas de laminagem e corte, o qual é maioritariamente determinado pela forma de corte da guilhotina, ser um factor à partida determinante para as características a nível de dimensões e aspecto visual de um produto de panificação como o bolo com pepitas de chocolate, foi importante logo no primeiro dia de acompanhamento da linha de produção verificar as condições e dimensões de corte da guilhotina e concluir se seria esta a possível origem dos defeitos do produto. Os restantes dados foram sendo analisados de maneira contínua para obter a máxima informação possível e determinar a eventual necessidade de alterar o plano inicial, de forma a atingir os objectivos pretendidos.

(i) Condições e Dimensões da Guilhotina

No caso do bolo com pepitas de chocolate, o formato de corte da guilhotina não é totalmente circular (a forma que se pretende que o produto adquira), no entanto apresenta uma forma que permite à massa, após fermentar, ajustar-se ao molde utilizado, arredondar e adquirir o formato desejado. Por este motivo, o formato de corte da guilhotina em si não seria uma possível causa para o aparecimento do defeito em estudo. O que poderia sim estar na origem de algumas desigualdades no corte da massa, que posteriormente teriam efeitos negativos no aspecto do produto final, era o facto do formato da guilhotina já não corresponder ao pretendido, por ter ocorrido um desgaste do material ou então devido ao dimensionamento da forma da guilhotina não ser o correto. Observada e analisada a guilhotina, e medidas as suas formas de corte, foi possível verificar que esta se apresentava em boas condições de utilização, não denotando o material desgaste, e que o seu dimensionamento era o correcto.

(ii) Características da farinha

Características das farinhas, como a percentagem de humidade (%H) e os valores dos parâmetros tenacidade (P), extensibilidade (L), razão tenacidade/extensibilidade (P/L) e força (W), influenciam a sua qualidade para determinado uso e estão directamente associadas às características viscoelásticas das massas com elas preparadas. Segundo informação do CFPSA, para o fabrico de uma massa de panificação como a do bolo com pepitas de chocolate deverá ser utilizada uma farinha mais forte como factor de compensação (por exemplo com $W=330$ e $P/L=0,7$), já que a incorporação de açúcar e gordura na massa enfraquece-a.

Com base no registo efectuado sobre qual o silo da farinha utilizado em cada um dos amassados acompanhados, foi possível efectuar a sua rastreabilidade e registar na tabela resumo os valores de cada um dos parâmetros de qualidade. Tendo em conta os limites mínimos e máximos de especificação de cada um dos parâmetros da farinha registados, verificou-se que todas as farinhas utilizadas na preparação dos amassados monitorizados apresentaram valores de %H, P, L, P/L e W dentro do intervalo especificado. É importante salientar que cada fábrica possui para cada parâmetro valores adequados a uma determinada formulação, a um determinado processo e a um determinado padrão de produto, o que faz com que uma excelente especificação de farinha para o produto da indústria “X”, possa não se adequar tão bem a um similar produzido na indústria “Y”, ou seja, nenhuma especificação de parâmetros deve ser dada como única (Nitzke e Thys, 2012).

Apesar de todas as farinhas cumprirem os requisitos estabelecidos relativamente aos parâmetros analisados, observou-se dentro dos valores de %H, P, L, P/L e W das diferentes farinhas usadas alguma discrepância, o que conduzia à necessidade de efectuar ajustes nos amassados. Esta variação nas características da farinha deve-se ao facto da gama de

aceitação dos parâmetros de qualidade desta ser bastante alargada de forma a suprimir as dificuldades que muitas vezes existem por parte dos fornecedores em responder aos requisitos de qualidade desejáveis, devido a factores (tais como o solo, o clima, a época do ano, pragas, entre outros) que influenciam o crescimento e desenvolvimento do trigo afectando posteriormente a qualidade tecnológica da farinha (Módenes *et al.*, 2009).

Uma vez que no local de produção se encontram disponíveis as características da farinha a ser utilizada, verificou-se que foram efectuados por parte dos operadores da linha sempre que necessário ajustes, nomeadamente no tempo de batido da massa. Este tipo de procedimento associado com o facto dos valores dos parâmetros de qualidade registados se encontrarem de acordo com o estabelecido, levaram a que as características das diferentes farinhas usadas não constituíssem um factor de escolha como possível causa do defeito do produto, contudo, considerou-se importante efectuar o seu controlo no decorrer de todo o projecto já que a sua variação é merecedora de alguns ajustes de outros parâmetros do processo produtivo.

(iii) Características da levedura

As características da levedura, sobretudo a sua actividade, são outro dos factores que influencia bastante a qualidade do produto final, podendo por isso constituir uma possível causa do defeito em estudo. Por exemplo, se a activação da levedura ocorrer demasiado cedo, haverá uma produção muito elevada de CO₂ antes do desejado o que influenciará o comportamento da massa durante todo o processo de laminagem e corte, afectando consequentemente as características físicas do produto final. Tal como descrito anteriormente para a farinha, os valores de actividade da levedura podem variar bastante de lote para lote, mesmo que dentro dos limites mínimos e máximos de especificação, estando por vezes muito perto dos valores extremos. Apesar disso a matéria-prima é utilizada, procedendo o operador, sempre que necessário, ao ajuste de outras matérias-primas e parâmetros do processo.

Efectuada a rastreabilidade da levedura a partir do lote registado e recolhidos os dados referentes à sua actividade, verificou-se que entre os diferentes lotes de levedura prensada utilizados durante os processos de fabrico acompanhados, não houve grande disparidade entre os valores de actividade nem se observou em nenhuma das massas monitorizadas uma produção demasiado excessiva de CO₂ antes do pretendido. Assim a actividade da levedura não foi considerada como uma possível causa do defeito em estudo. No entanto, da mesma forma e pelas mesmas razões que para as características da farinha, considerou-se importante efectuar o seu controlo no decorrer de todo o projecto.

(iv) Quantidade de Levedura

No que diz respeito à quantidade de levedura presente na formulação de um produto de panificação, são vários os estudos que mostram que esta se encontra directamente relacionada com a qualidade do produto final. De acordo com Carr e Tadini (2011) a quantidade de levedura tem influência sobre as características físicas e de textura do pão. Estes autores verificaram que formulações que continham maiores quantidades de levedura originavam pães com maior volume, devido a ocorrer uma maior actividade fermentativa gerando consequentemente uma maior quantidade de CO₂. Por outro lado, quando feita uma diminuição na quantidade de levedura, sem comprometer o crescimento e forma do produto, observaram uma diminuição da textura do produto, tornando-o mais fofo. Também Zhu (2014) e Wilderjans *et al.* (2013) obtiveram para os seus estudos resultados que demonstram a relação que existe entre a quantidade de levedura ideal numa massa e a qualidade final do produto.

De forma a concluir se esta poderia ser uma das causas para o defeito observado no bolo com pepitas de chocolate, registou-se a quantidade de levedura utilizada em cada um dos amassados acompanhados. Analisando o registo efectuado verificou-se que entre as diferentes massas acompanhadas não houve disparidade nas quantidades de levedura utilizadas, apenas um acréscimo de 0,5 kg nos amassados do início da produção quando os tabuleiros onde posteriormente seriam depositados os bolos ainda se encontravam frios. No entanto, comparando a quantidade média de levedura utilizada nas massas durante as semanas em que se realizou esta monitorização, com a indicada na formulação do produto, verificou-se esta última estar bastante abaixo da quantidade real que estava a ser utilizada (figura 5.2).

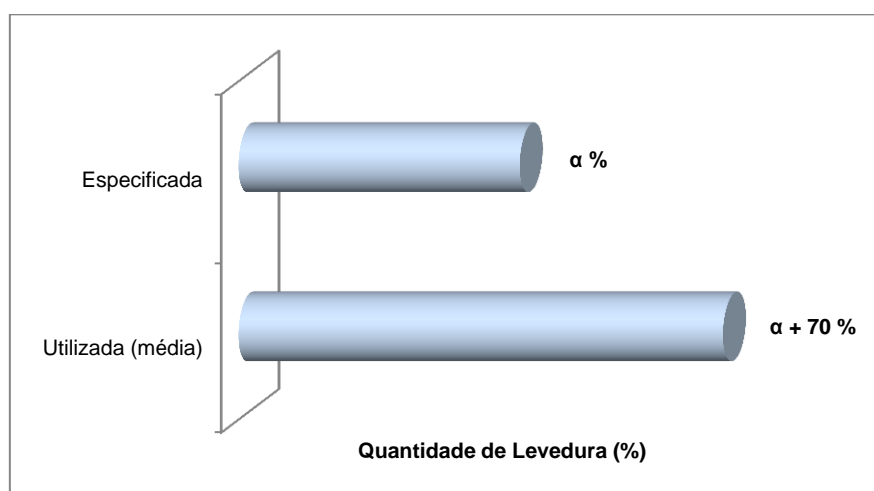


Figura 5.2: Disparidade entre a quantidade de levedura (%) especificada na formulação do produto e a utilizada em média em cada um dos amassados acompanhados (n=45).

Da procura pela razão para a disparidade observada entre as quantidades de levedura concluiu-se que, numa fase anterior ao início do projecto e na sequência de outros estudos realizados, esta foi aumentada em 70 % relativamente ao indicado na formulação e na instrução de operação (IO) do produto. Assim, este foi considerado como um parâmetro com possível influência no defeito em estudo, uma vez que uma quantidade de levedura superior ao especificado fará com que a fermentação ocorra mais rapidamente e de forma irregular, resultando numa massa com oscilações no comportamento ao longo das restantes etapas do processo produtivo e consequentemente com mais dificuldade em arredondar durante a etapa de fermentação.

(v) Quantidade de Água

A quantidade de água utilizada na produção do bolo com pepitas de chocolate foi outra das causas apontadas isto porque, o grau de hidratação da massa pode também constituir uma possível causa do defeito observado uma vez que, este é um parâmetro importante na formação da rede de glúten e consequentemente na forma como decorre o desenvolvimento da massa. Segundo DiMuzio (2010) a quantidade de água utilizada numa formulação contribui para a consistência da massa sendo que, uma baixa quantidade de água leva à produção de massas pouco hidratadas e mais secas e rijas. Aumentando a quantidade de água (sem que ocorra uma sobre hidratação) a massa torna-se mais extensível e maleável o que faz com que tenha uma maior facilidade em adquirir o formato desejado durante o processo de fermentação. No entanto é importante ter em consideração que o facto da quantidade de água ser maior leva a uma formação mais rápida da rede de glúten e por isso é necessário que ocorra um ajuste no tempo de batido da massa. O defeito de um produto de panificação também pode resultar do facto da consistência da massa ser mais “pegajosa” que o pretendido, resultado que poderá vir de um tempo de batido desajustado em função da água adicionada ou simplesmente pelo facto de a massa estar sobre hidratada por adição excessiva de água (Le Blanc, 2008).

Para mais facilmente analisar se esta poderia ser uma das causas dos defeitos construiu-se, com base nos valores registados na tabela resumo para o parâmetro quantidade total de água utilizada em cada um dos amassados acompanhados, um gráfico no qual se indicou com a letra β a quantidade especificada de água para o produto (figura 5.3).

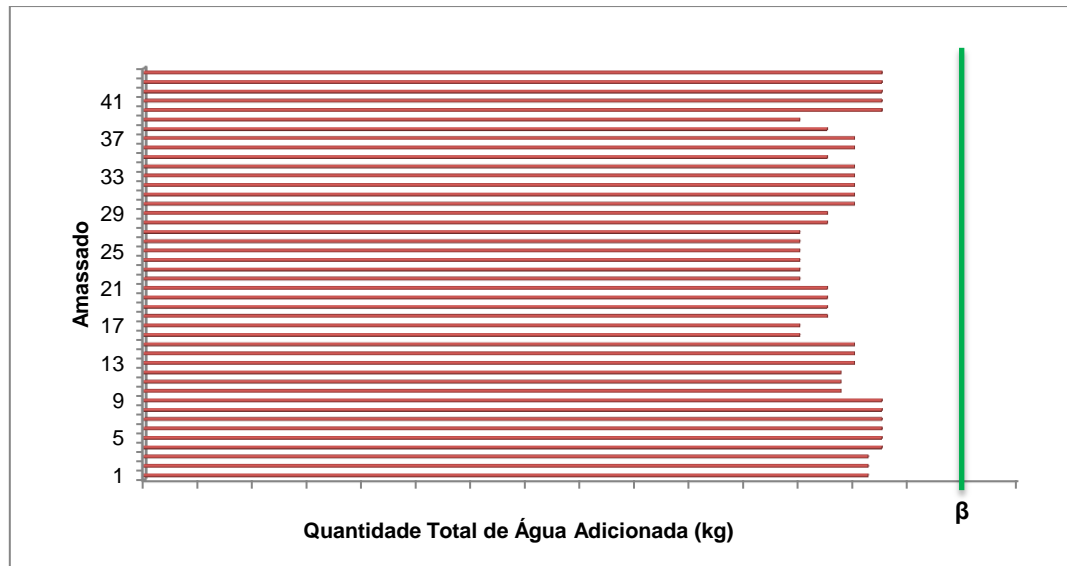


Figura 5.3: Quantidade total de água utilizada (kg) em cada um dos amassados acompanhados e da quantidade total de água especificada na formulação do produto (β) ($n=45$).

Da análise do gráfico observou-se que a quantidade total de água adicionada nas várias massas monitorizadas esteve sempre abaixo do valor estipulado na IO (β kg) podendo este parâmetro, tal como a quantidade de levedura, constituir uma possível causa da irregularidade na forma do bolo com pepitas de chocolate. Contudo, como referido anteriormente para a quantidade de levedura, também a quantidade de água sofreu, num período anterior ao projecto, alterações relativamente ao especificado.

(vi) Sequência de introdução e incorporação das matérias-primas

Para a maioria dos processos de confecção de produtos de panificação existem uma série de procedimentos estipulados que devem ser sempre levados em conta, como por exemplo a ordem de adição das matérias-primas na cuba da batedeira. É sabido que o não cumprimento dessa ordem de incorporação estabelecida, poderá conduzir a diversos defeitos no produto. Por exemplo, no fabrico da maior parte das massas de pão deve-se colocar praticamente toda a quantidade de líquido da receita no processo inicial de batido, para que a farinha absorva o máximo de líquido e desta forma se consiga garantir uma boa maciez do produto. Outro aspecto muito importante, que deve ser tido em consideração nos procedimentos estabelecidos e que pode estar na origem de defeitos nos produtos caso ocorra,

é o contacto directo entre o fermento biológico e dois dos ingredientes possivelmente presentes na formulação, o açúcar e o sal (Toyosaki e Sakane, 2013; Pylar e Gorton, 2009; Pylar e Gorton, 2008).

De forma a compreender se algum destes parâmetros estaria na origem do defeito a corrigir no bolo com pepitas de chocolate, registou-se, para cada amassado acompanhado, o cumprimento ou não da ordem de adição dos ingredientes e o momento em que a mistura de sal com outras substâncias higroscópicas entrava em contacto com a levedura. A partir dos dados recolhidos calculou-se as percentagens de cada um dos procedimentos realizados, as quais se encontram representadas na figura 5.4.

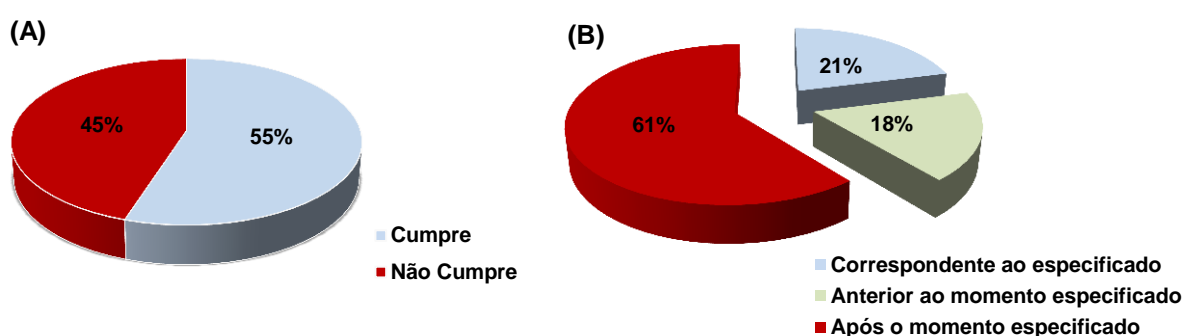


Figura 5.4: Percentagens de cumprimento ou não da ordem de adição dos ingredientes (A) e do momento de adição à massa da mistura de sal com outras substâncias higroscópicas (B) (n=45).

Da análise dos dados recolhidos observou-se que, relativamente à ordem de incorporação das matérias-primas (figura 5.4 A) esta nem sempre foi cumprida (45 %) podendo ser uma das potenciais causas do defeito, contudo na maior parte dos procedimentos monitorizados nesta fase do estudo a ordem de adição dos ingredientes foi efectuada correctamente por parte dos operadores (55 %). Entre os não cumprimentos (figura 5.4 B), o mais frequentemente observado prendeu-se com o momento em que a mistura de sal com outras substâncias higroscópicas foi adicionada ao batido sendo apenas 21 % no tempo correto de acordo com as instruções estabelecidas para este produto. Os restantes 79 % correspondem a adição da mistura a diferentes tempos de batido, não concordantes com o especificado.

(vii) Tempo de batido da massa

Ao tempo de batido da massa encontra-se associado um bom ou mau desenvolvimento da rede de glúten, o que posteriormente influencia as características do produto final nomeadamente as características físicas, como demonstrado por Kim e Cornillon (2001) no estudo que realizaram e onde concluíram sobre o efeito de diferentes tempos de batido nas

propriedades de massas de farinha de trigo. Assim, para produção de massas de panificação corretas, deve ser cumprido por parte dos operadores ao longo de todo o processo de fabrico o tempo de batido óptimo, o qual se encontra indicado nas IO's e é determinado tendo em consideração vários factores do produto e do processo em questão.

Com o objectivo de concluir se os tempos de batido dos amassados acompanhados poderiam estar na origem dos defeitos observados no bolo com pepitas de chocolate construiu-se, a partir dos dados recolhidos, um gráfico que representasse o tempo de batido de cada um dos amassados acompanhados, o qual se apresenta na figura 5.5. Para facilitar a percepção dos resultados obtidos, representou-se no mesmo gráfico (utilizando linhas horizontais na cor verde) o intervalo de tempos de batido especificado para o produto em estudo (de Ω a $\Omega + 2$ min).

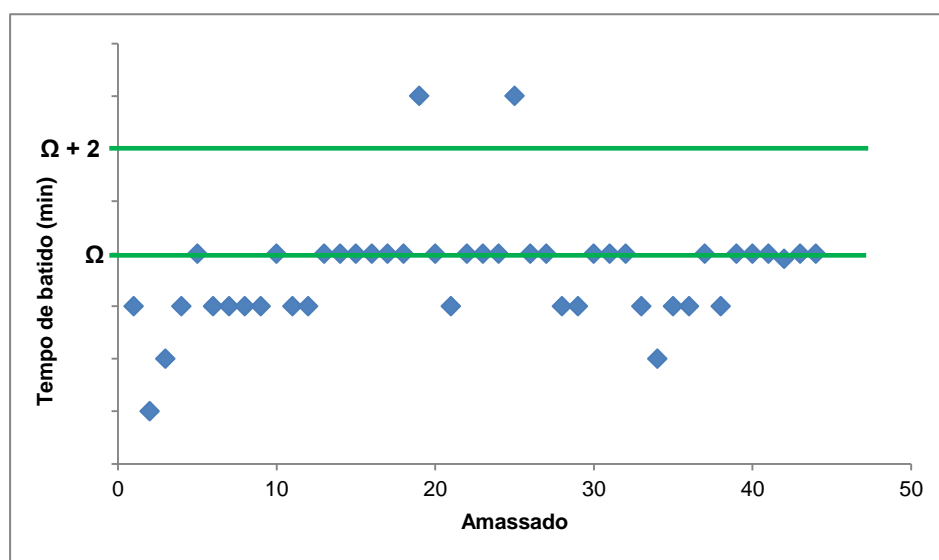


Figura 5.6: Tempo de batido de cada um dos amassados acompanhados e do intervalo especificado para o bolo com pepitas de chocolate (n=45).

Analisando o gráfico verificou-se que, na maioria dos amassados acompanhados nesta fase do projecto o tempo de batido se encontrava ou fora ou muito perto do valor mínimo do intervalo estabelecido (Ω min) para o bolo com pepitas de chocolate, no entanto é importante referir que muitas vezes o não cumprimento do tempo de batido estipulado deveu-se ao facto da quantidade de água utilizada na produção do amassado também não ser a correta. Considerou-se então este parâmetro do processo, como uma das possíveis causas para o defeito do produto em estudo.

(viii) Temperatura da massa no final da etapa de mistura/amassado

A temperatura da massa é um parâmetro do processo de fabrico que, à medida que a mistura e batido dos ingredientes é efectuada, aumenta significativamente, apresentando

valores mais elevados quanto maior for o tempo de batido. Muitas vezes, para conseguir praticar o tempo de batido indicado para a formulação em causa e obter no final da etapa uma temperatura correta é necessário que parte da quantidade total de água adicionada seja sob a forma de gelo. Estes aspectos são de extrema importância e podem constituir a origem de um defeito no produto final uma vez que, a temperatura da massa no final do processo de mistura/amassado, vulgarmente designada por temperatura do amassado, é determinante para que a levedura não atinja logo a sua temperatura óptima de fermentação e ocorra uma produção de CO_2 demasiado elevada antes do momento adequado.

Tal como efectuado para o parâmetro “tempo de batido”, construiu-se, a partir das temperaturas medidas nos amassados acompanhados, um gráfico que permitisse visualizar se estas se encontravam dentro do intervalo de temperaturas especificado para o bolo com pepitas de chocolate (de σ a $\sigma + 2$ °C), o qual se encontra apresentado na figura 5.6.

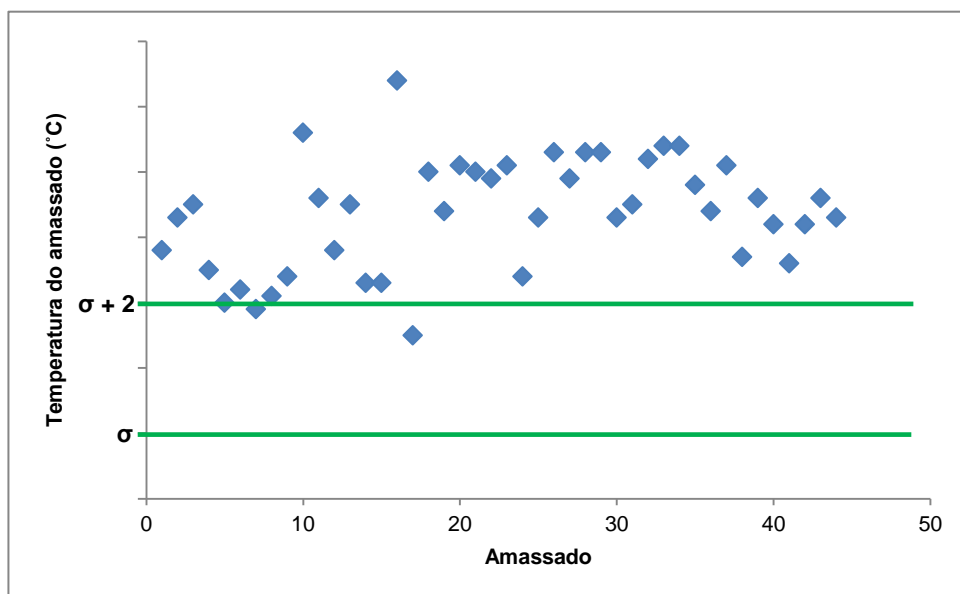


Figura 5.8: Temperatura (°C) medida em cada um dos amassados acompanhados e do seu intervalo especificado para o bolo com pepitas de chocolate (n=45).

Analisando as temperaturas finais registadas para os vários amassados monitorizados observa-se que, na maior parte das vezes, as massas apresentaram temperaturas acima do intervalo de valores especificado ($\geq \sigma + 2$ °C). A estas temperaturas elevadas é possível que esteja associado o defeito em estudo uma vez que, se estas corresponderem às temperaturas óptimas de fermentação uma elevada produção de CO_2 antes do desejado é desencadeada o que irá acarretar consequências ao nível das características físicas do bolo com pepitas de chocolate. É também importante referir que possivelmente a origem das temperaturas elevadas dos amassados esteja apenas na quantidade total de água usada, e consequentemente de gelo, não ser a correta, como verificado anteriormente, uma vez que relativamente aos tempos de batido, apesar de estarem fora do intervalo adequado nunca se apresentaram excessivos mas sim insuficientes ($\leq \Omega$ min).

(ix) Laminação

Apesar da maior parte dos autores apontarem os parâmetros associados à primeira etapa do processo produtivo (mistura/amassado) como aqueles com mais influência nas características e qualidade finais dos produtos de panificação, assim como no aparecimento de possíveis defeitos, existem estudos que demonstram que aspectos relacionados com a etapa de laminação também podem estar na sua origem. Kilborn e Tipples (1974), num estudo que efectuaram para ver como é que a laminação afectava o desenvolvimento de massas de pão, concluíram que a força dos rolos sobre as massas e o momento de torção destas iriam ter consequências nas propriedades reológicas das mesmas.

Para que a laminação de uma massa decorra de forma correta e não surjam posteriormente defeitos no produto é importante que os rolos de laminagem por onde os blocos de massa passam estejam nivelados e alinhados e que a força que imprimam na massa, regulada através de um manípulo que aumenta ou diminui a abertura entre eles, seja a adequada para a obtenção da espessura de laminagem pretendida. Quando a força dos rolos na massa não é suficiente ou é em excesso, a espessura da massa é, respectivamente maior ou menor que o pretendido, o que irá repercutir não só no peso do produto (que sairá do especificado) mas também na etapa de fermentação, dificultando a tomada de forma do mesmo. A força feita pelos rolos na massa é um parâmetro que deve ser ajustado tendo em conta vários aspectos do produto e do processo, como por exemplo as características e comportamento dos amassados, a força da farinha utilizada, entre outros (Raghavan *et al.*, 1996; Kilborn e Preston 1982).

Do acompanhamento da etapa de laminação dos amassados monitorizados e dos quais se recolheram os parâmetros definidos observou-se, que o ajuste dos rolos de laminação foi um procedimento sempre efectuado por parte do operador, tendo em consideração as características do amassado, de forma a conseguir alcançar a correcta espessura de laminagem da massa. No entanto, verificou-se por vezes uma crescente dificuldade em conseguir controlar ou manter constante, ao longo do mesmo amassado e também entre amassados diferentes, a força exercida pelos rolos, isto porque, o facto de outras variáveis do produto e do processo estarem em desacordo com o especificado (como anteriormente referido) leva a uma oscilação do comportamento das massas, a qual poderá estar na origem de posteriores problemas que irão interferir com a tomada de forma correcta do bolo com pepitas de chocolate.

Ao longo desta etapa, observou-se também como a massa, na passagem entre dois conjuntos de rolos de laminagem, era dobrada. Verificou-se que a forma como tal procedimento era efectuado e ajustado por parte do operador estava de acordo com o indicado na IO, contudo colocou-se a hipótese de esta não ser uma especificação muito adequada e a dobra estar mal equilibrada, o que possivelmente afectaria, não só o comportamento da massa na continuação do processo de laminagem e corte, mas também o seu peso após ser cortada.

(x) Peso do bolo em massa após laminação e corte e velocidade de corte

A velocidade de corte é também um parâmetro importante que deve estar especificado para cada produto na sua IO, tendo em consideração aspectos como a composição e as características da massa, e que deverá ser cumprido por parte do operador. Uma velocidade de corte desajustada ao produto em questão, ou então desajustada com o especificado para o produto poderá estar na origem da desigualdade do corte da massa e repercutir-se na forma do produto final. Pela monitorização feita no terreno foi possível observar que a velocidade de corte da máquina apresentava-se em concordância com o especificado na IO do produto, contudo colocou-se a hipótese da especificação não ser a mais adequada.

Em relação ao peso do bolo em massa após laminação e corte construiu-se, com base nos dados obtidos da pesagem das amostras recolhidas como indicado no ponto 4.3.3. da metodologia aplicada, um gráfico representativo, como forma de facilitar a percepção dos resultados obtidos para o peso médio dos bolos avaliados consoante a posição que ocupavam no tapete (figura 5.7). Cada ponto do gráfico corresponde à média dos pesos dos bolos crus na mesma posição no tapete recolhidos.

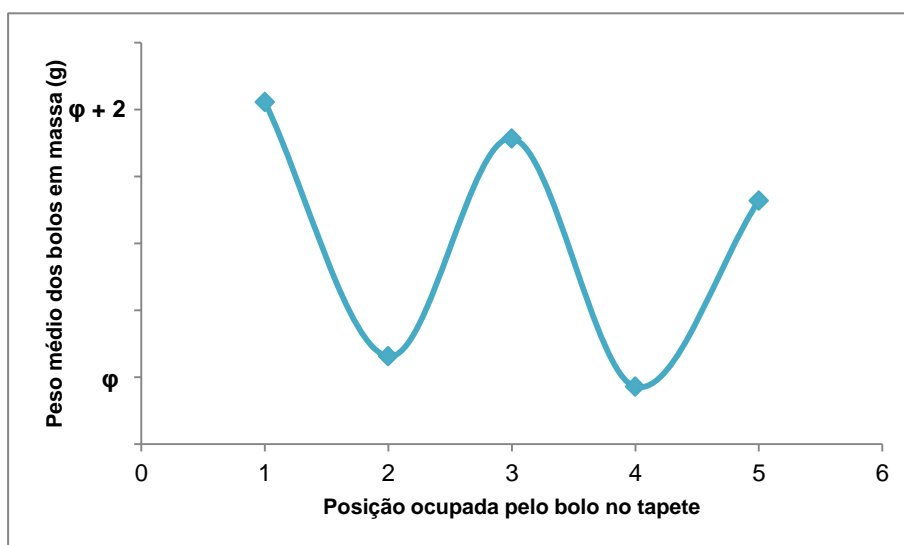


Figura 5.9: Peso médio dos bolos em massa (g) consoante a posição por eles ocupada no tapete.

Pela observação do gráfico foi possível concluir que, em média, os bolos que ocupavam as posições 1, 3 e 5 no tapete apresentavam pesos superiores (com aproximadamente um acréscimo de 2 g) relativamente aos bolos correspondentes às posições 2 e 4. Este resultado veio assim corroborar a hipótese anteriormente levantada quando avaliados os parâmetros recolhidos na etapa de laminação, a qual referia a dobra não estar correctamente equilibrada e afectar o peso do bolo.

(xi) Condições da câmara de fermentação

A fermentação é, provavelmente, a última etapa do processo produtivo do bolo com pepitas de chocolate a ter repercussões no seu formato final, uma vez que a cozedura, em termos de características físicas, produzirá maioritariamente alterações na sua cor. Durante esta etapa, para que a fermentação ocorra nas condições adequadas, adquirindo a massa o volume desejado e ganhando a forma do molde onde é depositada, é essencial estarem reunidas na câmara de fermentação as condições óptimas (tempo, temperatura e %H) para a massa em questão.

Ao consultar as cartas de controlo constatou-se que, para os processos produtivos acompanhados a temperatura e humidade da câmara de fermentação em uso apresentaram-se dentro dos limites de especificação para o produto em estudo. No entanto, uma vez que estes são parâmetros que estão dependentes de outros a montante do processo (como a quantidade de levedura, de água ou a temperatura do local de produção), poderão estar um pouco desajustados e também contribuir um pouco para o defeito no bolo com pepitas de chocolate visto que, como referido anteriormente, alguns aspectos relacionados com matérias-primas utilizadas não estão de acordo com as instruções indicadas para este produto.

De facto quando monitorizada a saída de tabuleiros correspondentes a produções acompanhadas da câmara de fermentação observou-se, que muitas vezes durante esta etapa a massa não ganhou o formato do molde onde foi depositada, apresentando assim uma forma irregular, que certamente persistirá durante a cozedura do produto ficando este no final com características físicas distintas das pretendidas. Além de, a origem deste problema possivelmente se dever a aspectos já anteriormente referidos, como o facto do comportamento das massas oscilar no decorrer da produção, entre outros, outra particularidade como a queda do bolo no tabuleiro ocorrer descentrada com a cuvette, poderá também originar a forma irregular da massa após a fermentação. A ocorrência deste erro estará mais relacionada com a manutenção do equipamento utilizado e com problemas como o desajuste do retráctil e do empurrador de tabuleiros do equipamento ou o facto do agitador de tabuleiros, possivelmente pela falta de molas ou por estas já não se encontrarem nas devidas condições, não arrumar correctamente o bolo na cuvette.

No decorrer do projecto, quando analisados os dados relativos aos parâmetros do processo foram também analisados os dados relativos aos requisitos avaliados nos bolos com pepitas de chocolate recolhidos após a etapa de cozedura, conforme indicado no ponto 4.3.2 da metodologia aplicada. Para facilitar a análise, percepção e descrição dos defeitos apresentados pelos bolos neste período, começou por se calcular para cada uma das amostras recolhidas o valor médio e respectivo desvio padrão dos quatro parâmetros avaliados no produto construindo-se posteriormente, para cada um deles e com base nos resultados obtidos, gráficos nos quais se assinalou o valor e o intervalo de especificação (por meio de uma linha verde contínua e linhas vermelhas descontínuas, respectivamente) (figura 5.8). A cada um dos pontos representados no gráfico corresponde um amassado (*batch*) do qual se avaliaram 35 bolos.

Da análise dos gráficos foi possível concluir que no decorrer desta etapa do projecto, à semelhança do observado anteriormente, os principais defeitos apresentados nas amostras de bolos avaliadas foram relativos à “diferença de diâmetros” e ao “diâmetro menor”. Relativamente ao primeiro foram poucas as amostras que apresentaram um valor médio próximo, ou até mesmo igual ao valor especificado, mostrando a maioria valores bastante superiores. Quanto ao diâmetro menor observou-se que embora algumas amostras apresentassem valores médios dentro do intervalo de especificação para este parâmetro, foram poucas as que tomaram valores próximos ou superiores ao especificado. A maioria apresentou-se ou abaixo ou muito perto do limite mínimo do intervalo especificado. Em relação ao parâmetro “diâmetro maior” todas as amostras mostraram valores médios dentro do intervalo especificado, observando-se no parâmetro “altura” uma situação idêntica já que apenas duas amostras tomaram valores acima do limite máximo do intervalo ($D + 0,5$ cm).

Observando e comparando a representação gráfica referente ao “diâmetro menor” com a referente à “diferença de diâmetros” constatou-se que, as amostras com valores médios de “diâmetro menor” maiores foram aquelas cuja “diferença de diâmetros” apresentou valores de, ou muito próximos a C. Confirmou-se assim que, de facto, os principais defeitos apresentados ao longo das semanas pelos bolos com pepitas de chocolate foram a discrepante diferença entre os seus dois diâmetros e o “diâmetro menor” apresentar-se bastante abaixo do valor especificado (B), contudo identificou-se que na origem de um dos defeitos estava o outro já que, sempre que o diâmetro menor tomou valores maiores a diferença entre os diâmetros nas amostras diminuiu.

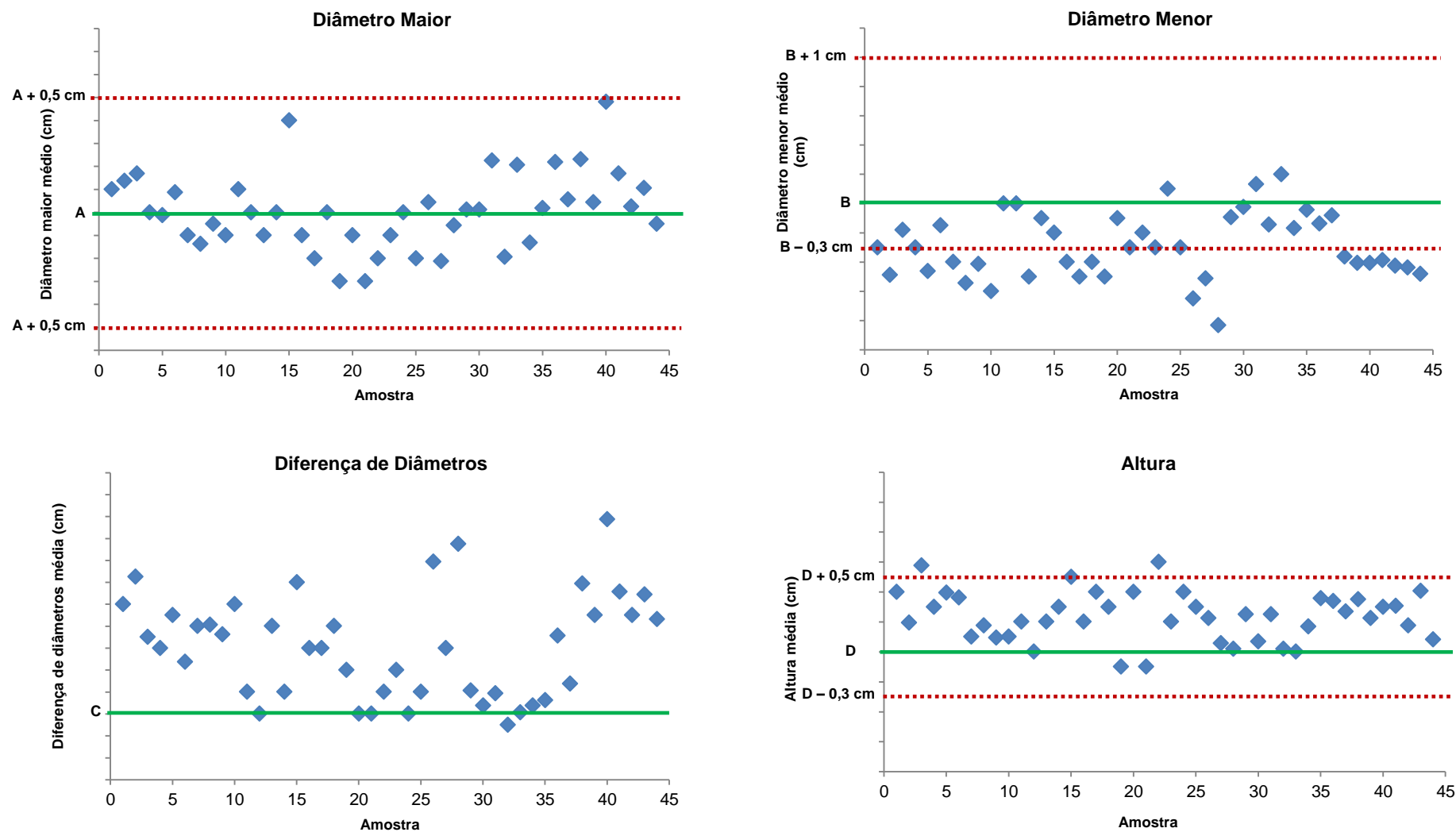


Figura 5.11: Representações gráficas das dimensões médias dos requisitos avaliados nos bolos correspondentes aos amassados acompanhados.

Em relação aos pesos dos bolos registados após a cozedura, efectuou-se a sua análise de forma a comprovar se o padrão de variabilidade entre as posições por eles ocupadas no tapete, observado quando estes ainda estavam crus, se mantinha após saírem do forno. Para tal, determinou-se o peso médio entre os bolos que ocupavam cada uma das 5 posições e com base nos resultados obtidos construiu-se o gráfico apresentado na figura 5.9.

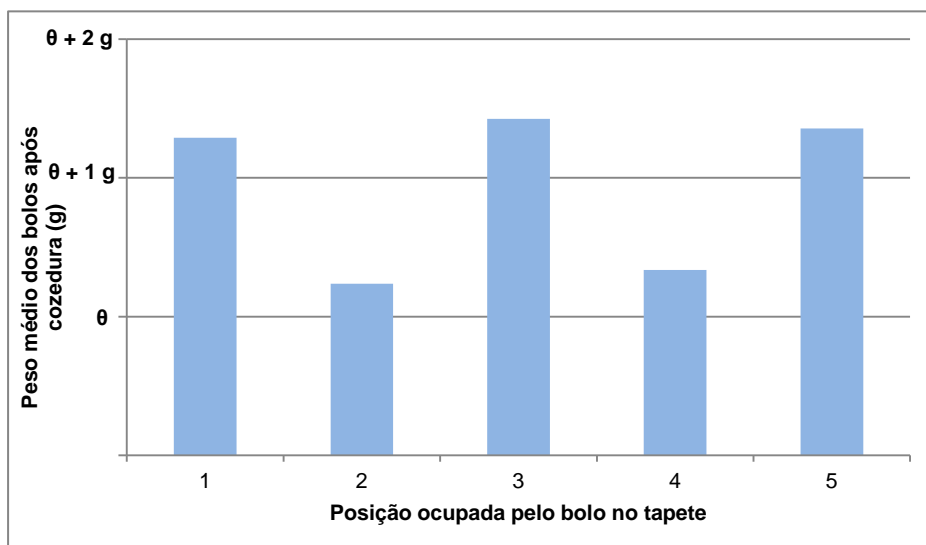


Figura 5.13: Peso médio dos bolos (g) após cozedura, consoante a posição por eles ocupada no tapete após a etapa de laminação e corte.

Analisando a figura concluiu-se que, à semelhança do observado quando avaliado o peso dos bolos em massa, os bolos cuja posição ocupada no tapete tinha sido a 1, a 3 ou a 5 apresentavam depois de cozidos pesos superiores ($> \theta + 1$ g) aos bolos cujas posições haviam sido a 2 ou a 4 (mais próximos do valor θ g). No entanto, após cozidos, a diferença entre os pesos dos bolos consoante a posição ocupada não chegou a 2 g como havia sido observado quando efectuada a avaliação dos resultados referentes aos bolos em cru.

5.5. ETAPA 3- IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS BÁSICAS DOS DEFEITOS

Após a realização das etapas 1 e 2 foi possível passar à etapa seguinte, onde se procedeu a uma análise ainda mais aprofundada de forma a compreender e identificar quais as causas básicas mais prováveis e com maior influência na origem dos defeitos observados no produto.

Para se atingir o objectivo principal desta etapa foi necessário a realização de reuniões de equipa, em que foram mostrados todos os parâmetros e resultados registados e analisados quando feito o acompanhamento de várias produções diárias do bolo com pepitas de chocolate, e recorrer conjuntamente a duas ferramentas de melhoria: a Análise de 5 porquês e o Diagrama de Causa-Efeito.

Inicialmente, de forma a reorganizar e resumir as potenciais causas apontadas, avaliadas e analisadas na etapa 2 e compreender quais aquelas mais importantes para os defeitos observados no produto, foi feita uma análise de 5 porquês, a qual se encontra apresentada na tabela 5.5. Para a sua construção começou por se descrever o problema do produto e o principal motivo para a sua ocorrência. De seguida foram apresentadas as potenciais causas, sendo possível a partir delas efectuar o desdobramento da análise e no final identificar as causas básicas dos defeitos assim como compreender a sua origem. No decorrer da construção da tabela, quando apresentadas as potenciais causas cuja avaliação realizada na etapa 2 demonstrou não estarem na origem dos defeitos do produto registou-se no campo seguinte da tabela um “OK”.

Tabela 5.5: Análise de 5 Porquês.

Descrição do problema	Potenciais Causas									4 "M"				
	Porquê (1)		Porquê (2)		Porquê (3)		Porquê (4)		Porquê (5)					
Diferença de diâmetros do bolo com pepitas de chocolate superior ao especificado	Diâmetro menor inferior ao especificado		Comportamento das massas oscila no decorrer da produção		Dificuldade em efectuar ajustes nos amassados		Variação das características da farinha e da actividade da levedura		Gama de aceitação demasiado alargada					
					Quantidade de levedura e de água utilizadas		Não concordantes com o indicado na IO							
					Incumprimento na sequência de incorporação das matérias-primas						Mão de obra			
					Tempos de batido das massas não adequados		Incumprimento do método por parte do operador		OK		Mão de obra			
					Oscilação das temperaturas finais das massas		Dificuldade de ajuste do tempo de batido da massa		Mão de obra					
			Incorrecta Laminagem		Não cumprimento do método		OK				Mão de obra			
					Desnivelamento e alinhamento dos rolos de laminagem						Máquina			
					Oscilação do comportamento das massas									
					Dobra mal equilibrada				Não cumprimento do método		OK	Mão de obra		
					Método desadequado				Método/ Máquina					
			Desigualdade do corte da massa		Formato da guilhotina				Desgaste da guilhotina			Material não indicado para o efeito	OK	Máquina
									Incorrecto dimensionamento das formas da guilhotina		OK	Máquina		
					Velocidade da máquina				Desajustado com o especificado		OK	Mão de obra		
									Especificação desajustada			Método		
			Problemas na fermentação		Tempo de fermentação fora da especificação		OK					Método		
					Temperatura de fermentação fora da especificação		OK					Método		
					%H de fermentação fora da especificação		OK					Método		
			Forma irregular após fermentação		Oscilações nas características da massa									
					Condições da câmara de fermentação									
					Queda do bolo no tabuleiro descentrada com a cuvete						Retráctil não ajustado		Máquina/Método	
											Empurrador de tabuleiros desajustado		Máquina/Método	
											Agitador de tabuleiros não arruma o bolo na cuvete		Molas em falta e/ou fracas	Máquina

A partir do desdobramento da análise dos 5 porquês, foi elaborado o Diagrama de Causa-Efeito do problema (figura 5.10), considerando-se todas as potenciais causas identificadas e a sua associação aos 4'M.

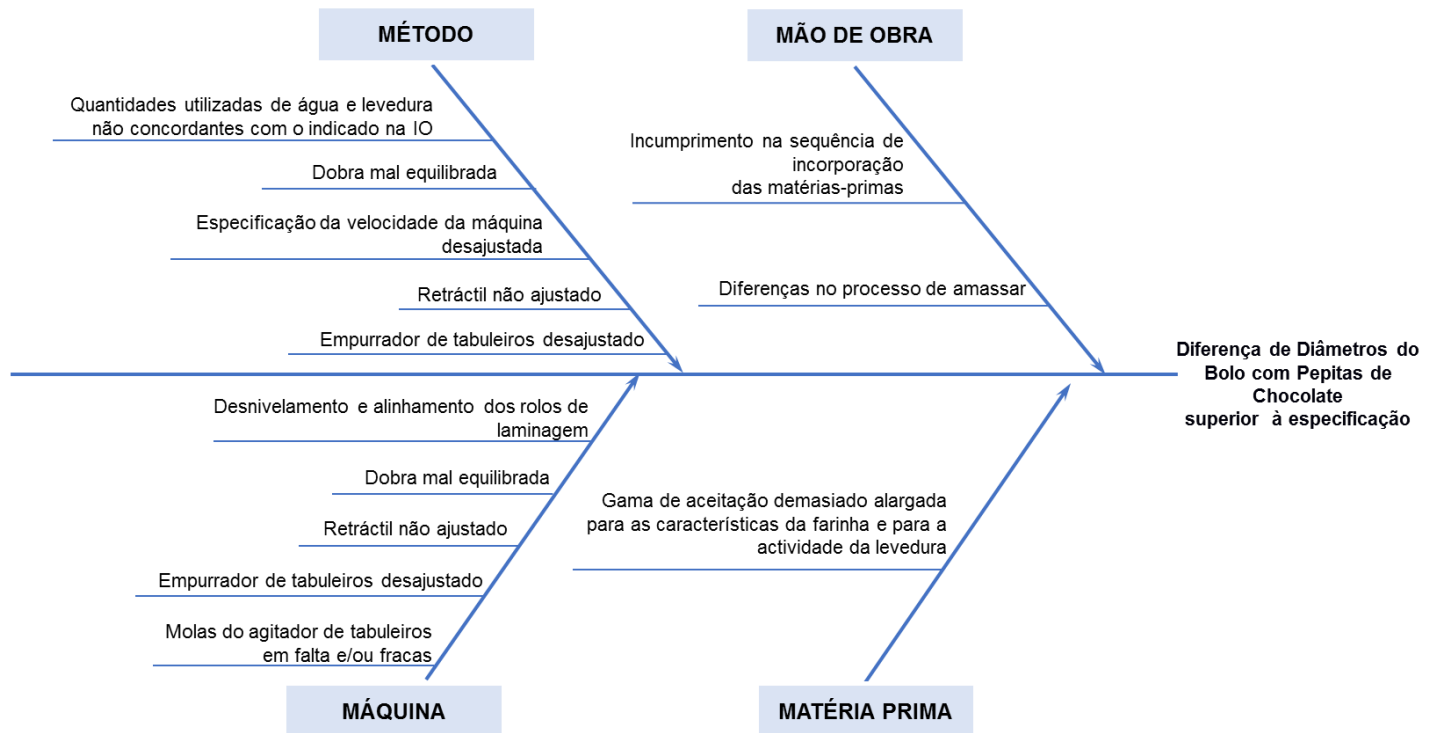


Figura 5.14: Diagrama de causa- efeito.

Analisando o diagrama de causa-efeito construído e cada um dos 4'M considerou-se como causas prováveis e com maior influência no problema descrito a quantidade de água e levedura utilizadas não estarem concordantes com o especificado na IO (método), o incumprimento na sequência e no momento de incorporação das matérias-primas e dos tempos de batido (mão de obra), o ajuste incorrecto do retrátil e do empurrador de tabuleiros bem como irregularidades ao nível das molas do agitador de tabuleiros (máquina) e a forma como a dobra da massa é efectuada no decorrer da etapa de laminação (método/máquina).

5.6. ETAPA 4- PLANIFICAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE ACÇÕES CORRECTIVAS E DE MELHORIA

Identificadas as causas básicas dos defeitos do bolo com pepitas de chocolate, foi definido pela equipa de trabalho um plano de acções a realizar de forma a conseguir a melhoria do produto. Ficou assim definido as medidas a tomar em cada uma das etapas do processo de fabrico do bolo com pepitas de chocolate, bem como o responsável e a data de fecho de implementação destas. Uma vez que algumas das causas identificadas se deviam ao facto de parâmetros do processo a elas associadas se apresentarem discordantes com a especificação, foi necessário inicialmente repor as condições básicas do processo e só posteriormente proceder à implementação de melhorias. O plano de acções construído pela equipa de trabalho encontra-se apresentado na tabela A.1 do Anexo I. Após efectuadas as acções definidas pela equipa de trabalho avaliou-se a evolução dos resultados obtidos no decorrer do projecto assim como o resultado global da linha de fabrico do produto em estudo.

5.6.1. RECONSTITUIÇÃO DE CONDIÇÕES BÁSICAS

Para os parâmetros do processo monitorizados que não se apresentaram em conformidade com o especificado nas IO's do bolo com pepitas de chocolate, começou por se actuar ao nível da reconstituição de condições básicas, ou seja, para cada anomalia observada no decorrer do processo produtivo foram tomadas e implementadas medidas de forma a garantir que as IO's se cumprissem:

(i) Relativamente a irregularidades associadas ao equipamento utilizado para a produção do bolo com pepitas de chocolate, efectuou-se uma manutenção dos equipamentos de forma a garantir que o retráctil e o empurrador de tabuleiros se encontravam correctamente ajustados visto que, o incorrecto ajuste de ambos provoca a queda do bolo no tabuleiro descentrada com a cuvette. Como possíveis falhas ao nível das molas do agitador também fazem com que a massa já cortada não fique correctamente “arrumada” na cuvette do tabuleiro, procedeu-se também à sua verificação.

(ii) Repostas as condições básicas do equipamento, procedeu-se à reposição das condições básicas na etapa de mistura/amassado. Para tal, monitorizou-se e acompanhou-se todo o processo de amassado e, sempre que necessário, foi dirigida uma acção de formação aos operadores sobre alguns aspectos cruciais desta etapa do processo produtivo, com o objectivo de reavivar a importância de alguns parâmetros na obtenção de um produto final livre de defeitos. Assim, começou por se garantir a

correta ordem e momento de incorporação das matérias-primas nas massas bem como o cumprimento do tempo de batido.

(iii) Foram de seguida repostas as quantidades especificadas de água e levedura. É importante referir que a correcção nas quantidades destas matérias-primas não foi efectuada bruscamente, mas sim de forma gradual, ao longo de vários dias, até chegar ao valor indicado na IO. Relativamente ao parâmetro temperatura da massa no final do processo de mistura/amassado, o qual também se encontrava fora do intervalo de especificação, este ficou automaticamente corrigido quando a quantidade de água adicionada à massa foi rectificada para o valor especificado na IO.

5.6.2. IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS

No que diz respeito às acções de melhoria implementadas, a maioria efectuou-se nas etapas de laminação e corte da massa, sendo que foi também implementada uma medida na etapa de cozedura do processo de fabrico do produto:

(i) A principal acção de melhoria implementada consistiu na alteração do modo como a dobra da massa era efectuada, uma vez que esta foi uma das causas identificadas para o aparecimento do defeito em estudo aquando da análise dos dados recolhidos. Procedeu-se assim à abertura da dobra da massa de forma a evitar que a sobreposição das várias partes desta não fosse tanta em toda a sua largura. Para garantir que as várias partes da massa, após efectuada a dobra, aderiam correctamente, outra das medidas implementadas foi o ajuste do valor de um dos enfarinhadores do equipamento de acordo com o grau de hidratação da massa.

(ii) Relativamente à velocidade de corte da massa, foi implementada como acção de melhoria o ajuste do valor de um dos parâmetros do equipamento relativo à guilhotina e a redução da velocidade de corte, diminuindo assim o número de cortes de bolos por minuto.






(iii) Apesar de na etapa de cozedura já não existirem possíveis causas para que o bolo com pepitas de chocolate apresente elevada diferença entre os diâmetros, devido à reposição da quantidade total de água incorporada na massa, quando reconstituídas as condições básicas do processo, foi necessário implementar como uma acção de melhoria um aumento da temperatura do forno em 5 °C, uma vez que, caso o valor permanecesse como se encontrava, o bolo ficaria pouco cozido, o que acarretaria outro tipo de defeitos no produto nomeadamente ao nível do seu tempo de vida útil.

5.6.3. REGISTO GRÁFICO DOS RESULTADOS OBTIDOS E COMPROVAÇÃO DA EFICÁCIA DAS ACÇÕES IMPLEMENTADAS.

Para avaliar a evolução dos resultados obtidos no decorrer do projecto de acordo com as acções efectuadas, começou por se construir, com base nos valores obtidos da medição dos bolos com pepitas de chocolate recolhidos durante todo o projecto, cartas de controlo apenas para os parâmetros de qualidade “diâmetro menor” e “diferença de diâmetros” visto serem estes os defeitos observados no produto e que contribuíam para o elevado ICS da sua linha de produção. Dado o facto de uma das acções implementadas consistir na reposição da quantidade de água e levedura, realizando-se para tal uma diminuição na quantidade utilizada desta última, foi também importante construir uma carta de controlo representativa do peso das amostras recolhidas no decorrer de todo o projecto, de forma a garantir que no final o produto não se apresentava fora dos valores especificados para o seu peso. As cartas de controlo encontram-se representadas nas figuras A.1, A.2 e A.3 do Anexo II.

Em cada carta de controlo construída foi representada a linha de tendência e as várias fases do projecto, sendo a relação entre as melhorias realizadas e os dados observados indicada seguindo um esquema pré-definido pela equipa de trabalho, o qual se apresenta na tabela 5.6.

Tabela 5.6: Esquema pré-definido pela equipa de trabalho para a relação entre as melhorias realizadas e os dados observados.

FASE DO PROJECTO	MELHORIA REALIZADA	COR REPRESENTATIVA
1	Anterior à realização de melhorias	
2	Reposição da quantidade de água e levedura (+1 kg de água e -0,5 kg de levedura em relação à quantidade inicial utilizada)	
3	Reposição da quantidade de água e levedura (+1 kg de água e -0,5 kg de levedura em relação à quantidade utilizada na fase 2)	
4	Reposição da quantidade de água e levedura (+1 kg de água e -0,5 kg de levedura em relação à quantidade utilizada na fase 3)	
5	Alteração da dobra da massa	

Numa primeira análise às cartas de controlo foi possível concluir que relativamente ao parâmetro “diferença de diâmetros” este foi sempre tomando valores menores à medida que as diferentes acções foram realizadas. Por sua vez, o “diâmetro menor” aumentou ligeiramente na fase 2 do projecto, no entanto na fase 3 voltou a diminuir apresentando valores semelhantes aos obtidos na fase inicial, os quais se mantiveram nas etapas subsequentes. Quanto ao peso, o resultado observado foi semelhante ao obtido para o parâmetro “diferença de diâmetros”, uma vez que, como se pôde comprovar na carta de controlo, com as diferentes acções realizadas o valor mostrou-se cada vez menor.

Para facilitar a análise e percepção dos resultados obtidos no decorrer das semanas do projecto e comprovar a eficácia das acções implementadas, construíram-se, num segundo momento e para cada um dos requisitos analisados, gráficos de barras, nos quais se representou os valores médios e respectivos desvios padrão das dimensões do produto nas diferentes fases do projecto, assim como as acções realizadas. A cada barra do gráfico foi atribuída a cor associada à fase do projecto (referida na tabela 5.6).

Relativamente à diferença de diâmetros, como havia sido observado na carta de controlo, este foi um parâmetro cujos valores diminuíram no decorrer do projecto, apresentando o produto no final (fase do projecto 5) um valor médio de C cm (figura 5.11), o que corresponde ao valor especificado para este produto.

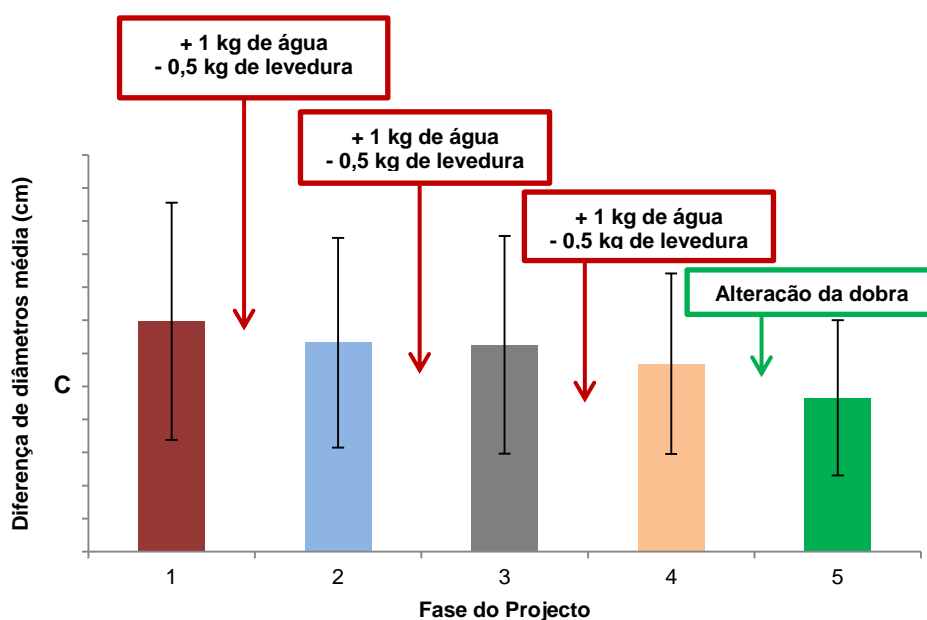


Figura 5.16: Evolução do parâmetro “diferença de diâmetros” até ao fecho da equipa de melhoria.

Quanto ao parâmetro “diâmetro menor” (figura 5.12), quando realizada a primeira acção (aumento da quantidade de água em 1 kg e diminuição da quantidade de levedura em 0,5 kg) observou-se um ligeiro aumento deste até ao valor especificado (B cm) no entanto, com as acções realizadas posteriormente o valor médio voltou a diminuir mantendo-se constante até ao fecho do projecto e com valor correspondente ao limite mínimo inferior do intervalo de especificação (B - 0,3 cm).

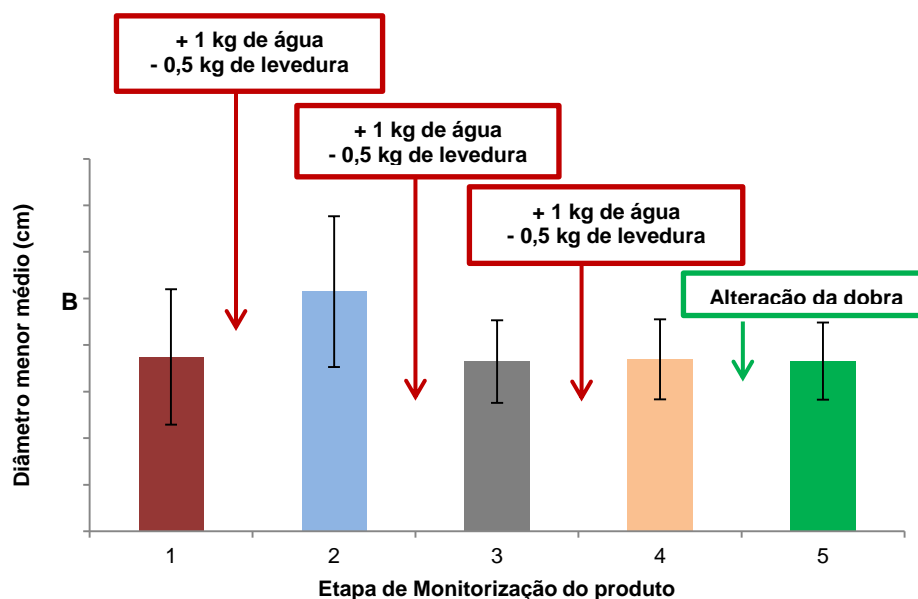


Figura 5.18: Evolução do parâmetro “diâmetro menor” até ao fecho da equipa de melhoria.

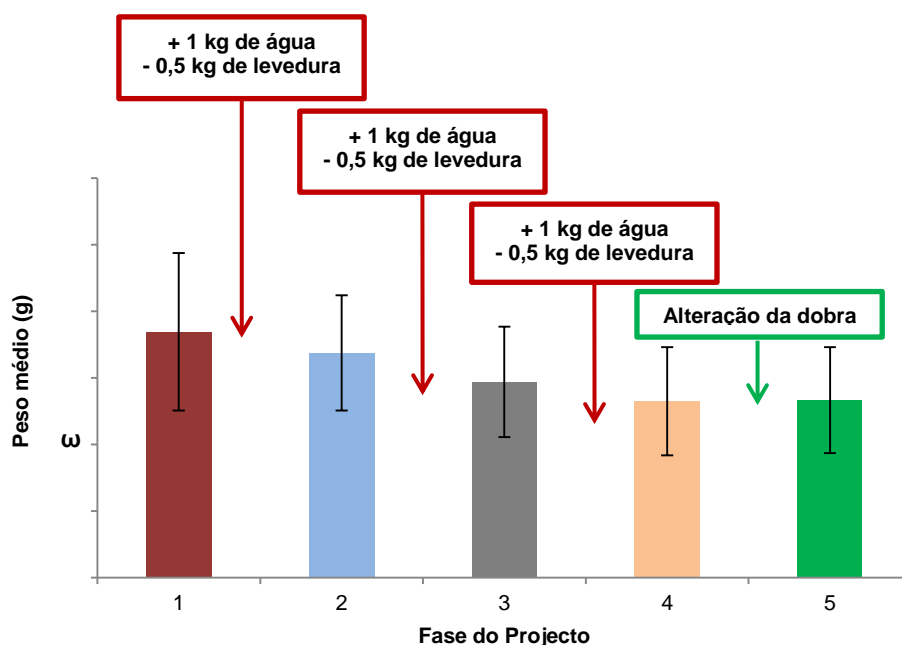


Figura 5.20: Evolução do parâmetro “peso” do bolo após etapa de cozedura até ao fecho da equipa de melhoria.

Por último, relativamente ao peso médio dos bolos no decorrer do projecto (figura 5.13), este foi diminuindo com as acções realizadas. Apesar disso o produto não se apresentou com peso inferior ao valor mínimo para si especificado (w g).

Implementada a acção de alteração da dobra da massa no decorrer do processo de laminação, foi importante avaliar o impacto desta no peso final do produto. Para tal construiu-se um gráfico (figura 5.14) semelhante ao apresentado anteriormente na figura 5.9, tendo em conta apenas o peso dos bolos analisados após a data de alteração da dobra.

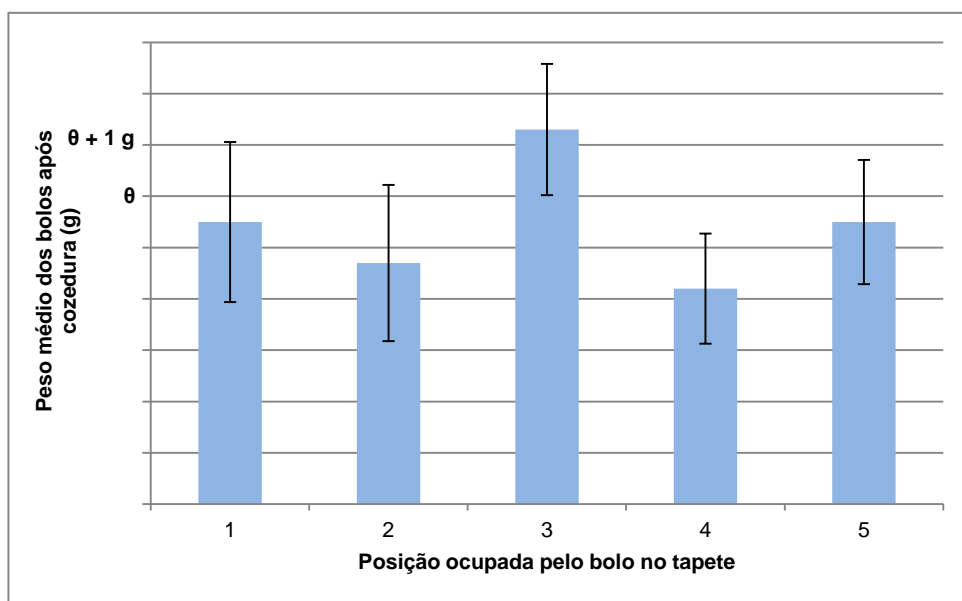


Figura 5.21: Peso médio dos bolos (g) após cozedura, consoante a posição por eles ocupada no tapete após a etapa de laminação e corte com a alteração da dobra efectuada.

Pela análise da figura é possível observar que com a alteração na forma de dobrar a massa, os bolos que no tapete ocupavam a posição 1 e 5 passaram a ter pesos inferiores, comparativamente aos apresentados antes de feita a alteração na forma de dobrar a massa, e mais próximos dos pesos apresentados pelos bolos que ocupavam a posição 2 e 4. Apenas o bolo que ocupava a posição central (a número 3) ficou com um peso mais discrepante em relação aos restantes.

5.6.4. RESULTADOS GLOBAIS DA LINHA DE FABRICO DO PRODUTO BOLO COM PEPITAS DE CHOCOLATE- EVOLUÇÃO DE INDICADORES

Efectuadas as acções definidas pela equipa de trabalho, no que diz respeito ao restauro de condições básicas e alteração na forma de dobrar a massa, foi avaliado o impacto dos resultados nos valores do indicador ICS (KPI) e indicadores dos defeitos “diferença de diâmetros” e “diâmetro menor” (KAI's).

Analisando a evolução dos indicadores (figura 5.15), é possível observar-se que de facto, com o decorrer do desenvolvimento do projecto, o valor (%) do ICS do bolo com pepitas de chocolate assim como os valores indicadores dos defeitos “diferença de diâmetros” e “diâmetro menor” apresentaram uma diminuição, sobretudo a partir da semana 49 onde foi possível verificar um decréscimo acentuado chegando o valor mesmo a 0 % nas semanas 52, 53 e 1. Este resultado, o qual vai ao encontro do que era pretendido pela equipa de trabalho, deveu-se ao facto de a partir desta semana (49) já estarem repostas todas as condições básicas do processo e a equipa ter começado a intervir ao nível da implementação de melhorias como a alteração da dobra. Entre a semana 1 e a semana 5, na qual os indicadores voltaram a tomar valor de 0 %, houve um ligeiro aumento nos valores dos indicadores o que poderá ser explicado pelo facto de durante este período não ter sido efectuado um acompanhamento e monitorização do processo por parte da equipa tão intensivo e também devido a uma pequena avaria ocorrida na câmara de fermentação, a qual à data de término do projecto já havia sido resolvida.

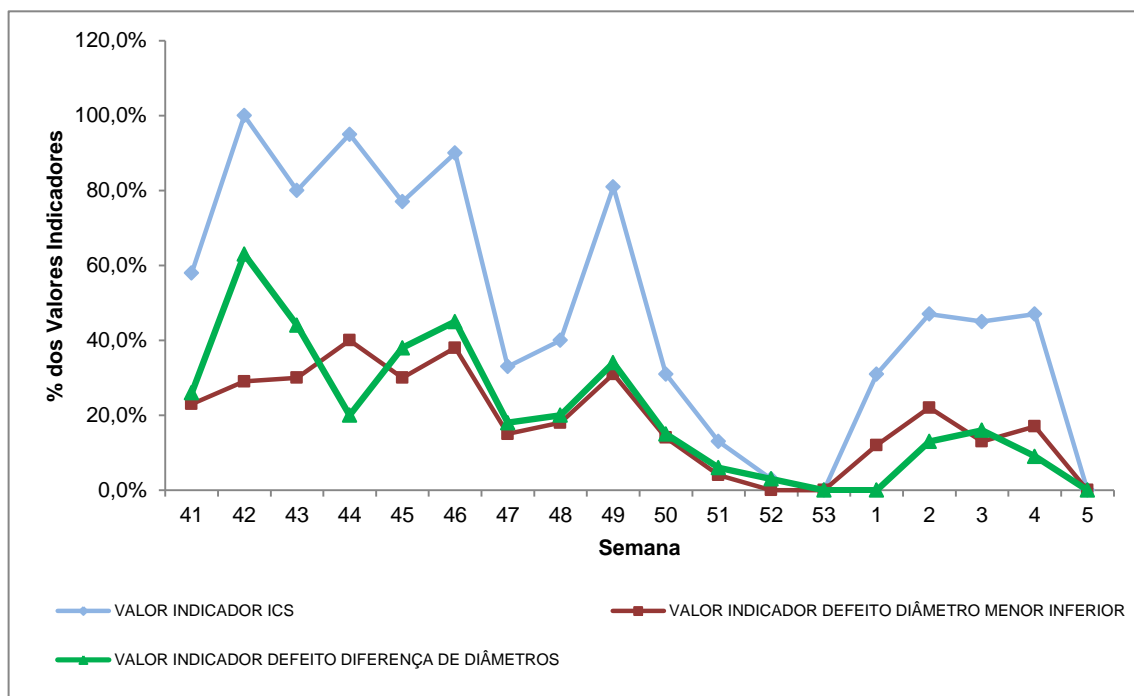


Figura 5.23: Evolução dos valores do indicador ICS e indicadores dos defeitos diferença de diâmetros e diâmetro menor no decorrer das semanas do projecto.

Para avaliar o resultado global da linha de fabrico do produto em estudo, avaliou-se no final do projecto, o impacto dos resultados obtidos nos defeitos do produto. Para tal, foram consultados os indicadores em estudo e comparados os valores directamente com os valores do mês referente ao início do projecto, antes de qualquer reposição básica ou qualquer melhoria (Agosto de 2015). O gráfico representativo desta comparação encontra-se apresentado na figura 5.16.

Com base nos resultados finais, calculou-se também as percentagens de redução de defeitos para os indicadores em estudo, as quais se encontram apresentadas na tabela 5.7.

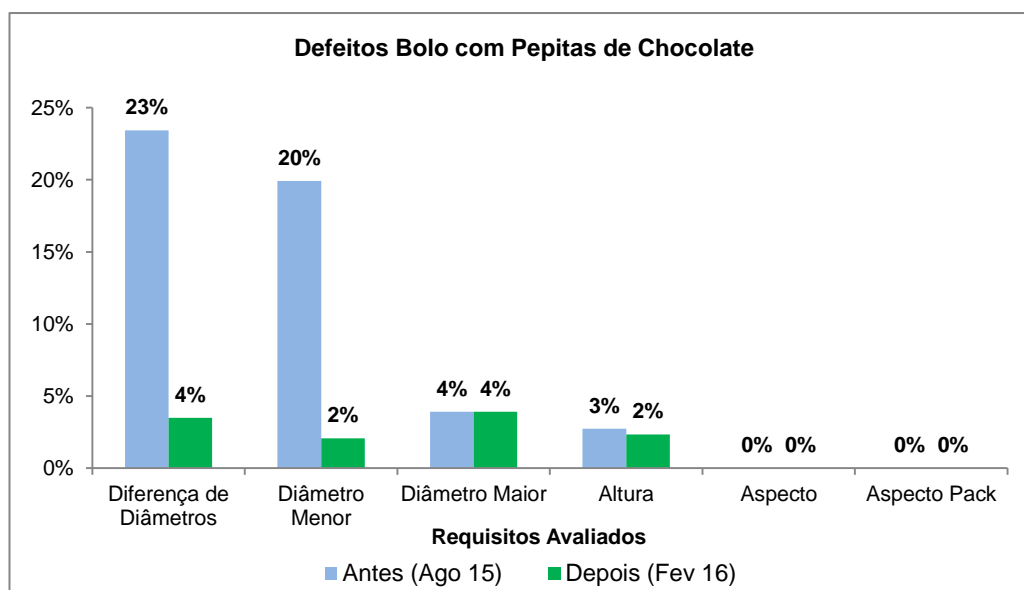


Figura 5.24: Percentagem de defeitos no bolo com pepitas de chocolate antes da data de arranque (Agosto de 2015) e após fecho (Fevereiro de 2016) do projecto de melhoria.

Tabela 5.7: Valores dos indicadores seguidos ao longo do projecto antes e após a data de início deste e respectivas percentagens de redução.

	Redução
ICS	67 %
Diferença de Diâmetros	85 %
Diâmetro Menor	90 %

Da análise da figura 5.16 e da tabela 5.7 observa-se que de facto, após as intervenções da equipa, os defeitos a nível da “diferença de diâmetros” e do “diâmetro menor” reduziram drasticamente. Analisando as percentagens de redução de defeitos é possível verificar que em relação aos requisitos “diferença de diâmetros” e “diâmetro menor” se obteve reduções na casa dos 85-90 %, o que consequentemente se reflectiu no valor do ICS do

produto. Para este a taxa de redução de defeito tomou o valor de 67 %, atingindo-se assim o objectivo proposto.

Todas estas melhorias verificadas numericamente foram sendo observadas no decorrer do projecto com a melhoria do aspecto visual do produto. A figura 5.17 mostra as diferenças que o produto apresentava após as semanas de desenvolvimento do projecto.



Figura 5.26: Aspecto do bolo com pepitas de chocolate no início do projecto (antes) e no final das semanas após as acções realizadas (depois).

5.7. ETAPA 5 E 6- STANDARDIZAÇÃO E SEGUIMENTO DO PROCESSO DE FABRICO DO BOLO COM PEPITAS DE CHOCOLATE

Comprovada a eficácia das acções implementadas passou-se à etapa de padronização do processo de fabrico do bolo com pepitas de chocolate. Assim, foi alterada a IO da zona de amassados e informados os operadores relativamente à abertura da dobra da massa, a qual deverá ser feita de forma que a sobreposição das suas três partes minimize a oscilação do peso do bolo em massa após a etapa de laminação e corte.

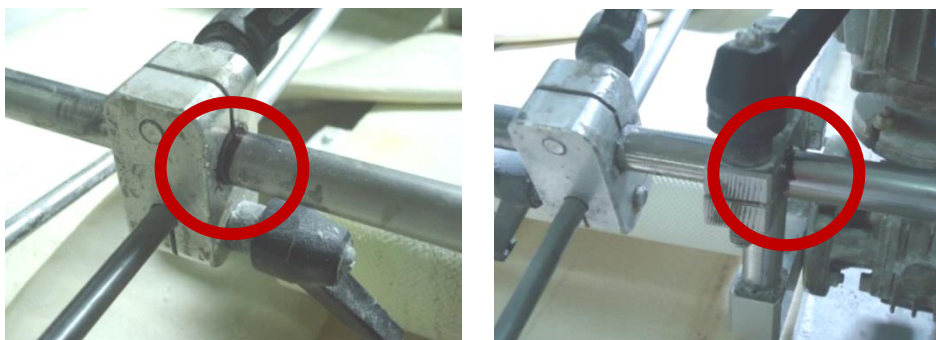


Figura 5.27: Imagem dos plegadores do equipamento utilizado no fabrico do bolo com pepitas de chocolate com destaque para a marca efectuada manualmente para definir a posição correcta destes.

Uma vez que a forma como a dobra se faz é determinada pela posição de dois *plegadores* do equipamento utilizado no fabrico do bolo, foi definida por meio de uma marca efectuada manualmente a posição correcta destes para que a dobra se realize como pretendido (figura 5.18).

Por último, para que as acções implementadas e as condições básicas do equipamento se mantenham estáveis por longos períodos de tempo, de forma a manter o produto no nível alcançado e prevenir possíveis reocorrências dos defeitos em estudo, foi definido um plano de monitorização e seguimento do processo de fabrico. Para cada um dos departamentos envolvidos no projecto de melhoria do bolo com pepitas de chocolate foram estabelecidos os procedimentos a realizar, os quais se encontram detalhados na tabela 5.8.

Ficou também definido que em caso de instabilidade do processo e/ou alteração da tendência alcançada seria importante reunir novamente o grupo de trabalho de forma a identificar possíveis causas para tal mudança de tendência.

Tabela 5.8: Procedimentos a realizar por parte de cada um dos departamentos envolvidos no projecto de melhoria do bolo com pepitas de chocolate.

Departamento	Procedimentos
Produção	<ul style="list-style-type: none"> - Garantir que os operadores cumprem o especificado, quer em termos de método como em termos de intervalos de tempo, temperatura, etc.; - Verificar diariamente os valores de ICS.
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> - Garantir a manutenção de todo o equipamento.
Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> - Manter a Produção informada do ICS, alertando sempre que é detectado algum valor que assim o justifique; - Informar, em reunião, acerca dos valores diários de ICS e tendências.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

FUTURAS

6. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Com a componente prática do presente trabalho, realizado no âmbito da dissertação, pretendeu-se, aplicando ferramentas e metodologias da filosofia *Lean*, melhorar o indicador de qualidade ICS do bolo com pepitas de chocolate eliminando o efeito recorrente apresentado por este ao nível dos parâmetros “diferença de diâmetros” e “diâmetro menor” e, assim, melhorar o desempenho do seu processo de fabrico e consequentemente da sua linha de produção (linha 1). Uma vez que a política da empresa segue a filosofia de “zero defeitos”, uma boa Qualidade ao nível deste produto e do seu processo de fabrico (assim como dos restantes produtos da Empresa) permite a aproximação a essa mesma realidade, levando ao sucesso da Empresa face ao mercado competitivo na qual se encontra inserida.

Para o cumprimento do objectivo proposto foi criada uma equipa de melhoria específica, multidisciplinar, a qual permitiu uma intervenção de excelência, existindo em simultâneo uma partilha de conhecimentos aprofundados, relativos às diversas vertentes do projecto, entre os vários elementos da equipa. Da envolvimento de todos os elementos e cumprindo as diversas etapas da metodologia adoptada no desenvolvimento de projectos de melhoria contínua no Grupo Panrico®, foi possível alcançar e superar a meta objectivada, conseguindo uma taxa de redução do ICS de 67 %, ou seja, superior ao delineado no início do projecto (60 %).

No que diz respeito às causas básicas para o aparecimento de defeitos no produto ao nível do “diâmetro menor” e da “diferença de diâmetros” conclui-se, após várias semanas de acompanhamento e monitorização do processo de fabrico em simultâneo com análise dos dados recolhidos e aplicando duas ferramentas *Lean*, a análise de 5 “Porquês” e o diagrama de *Ishikawa*, serem as mais prováveis e com maior influência no problema descrito as seguintes:

(i) Quantidade de água e levedura utilizadas não concordantes com o especificado na instrução de operação (IO). As quantidades utilizadas de ambas as matérias-primas apresentavam-se discordantes das indicadas na IO do produto em consequência de alguns estudos realizados numa fase anterior ao início do projecto. Assim, tendo massas com excesso de levedura e défice de água, estas terão maiores oscilações no comportamento ao longo das etapas a jusante do processo produtivo e consequentemente maior dificuldade em arredondar durante a etapa de fermentação.

(ii) Incumprimento na sequência e no momento de incorporação das matérias-primas e dos tempos de batido. Apesar da ordem de adição das matérias-primas ser maioritariamente cumprida, existiam alguns incumprimentos sendo o mais frequentemente observado o momento de adição da mistura de sal com outras substâncias higroscópicas. Relativamente aos tempos de batido, a maioria apresentou-se fora ou muito perto do valor mínimo do intervalo estabelecido, não só por incumprimento por parte do operador da

linha mas também como consequência da quantidade de água utilizada na produção do amassado não ser a correcta.

(iii) Irregularidades associadas ao equipamento utilizado no fabrico do produto, nomeadamente ao nível do retráctil e do empurrador e molas do agitador de tabuleiros.

Muitas vezes, monitorizando a saída dos tabuleiros da câmara de fermentação observou-se, que durante esta etapa a massa do bolo não adquiria o formato do molde onde era depositada e não arredondava. A origem de tal problema poderá estar na forma como a queda do bolo no tabuleiro ocorre, a qual se encontra mais relacionada com aspectos associados ao equipamento.

(iv) Forma como a dobra da massa é efectuada no decorrer da etapa de laminação.

Este procedimento apresentou-se de acordo com o que estava especificado para o produto, no entanto esta especificação mostrou-se não ser a mais adequada visto a dobra ficar mal equilibrada e este desequilíbrio reflectir-se não só no comportamento da massa na continuação do processo de laminação e corte mas também numa maior variabilidade entre o peso dos bolos após o corte e também depois de serem cozidos.

Para a melhoria do produto, tendo em conta as causas identificadas, estabeleceu-se um conjunto de acções correctivas e de melhoria a serem implementadas, sendo da responsabilidade da Empresa a sua aprovação. Primeiramente foram reconstituídas as condições básicas do processo ao nível do equipamento, dos procedimentos realizados por parte dos operadores na etapa de mistura/ amassado e nas quantidades de água e levedura, tendo sido este último procedimento efectuado de uma forma gradual ao longo de vários dias. Posteriormente estabeleceu-se que a principal solução para a resolução do problema de variabilidade entre o peso dos bolos após o corte e cozedura seria, por um lado, a alteração na forma como a dobra da massa é efectuada, bem como o ajuste da velocidade de corte da massa. Implementou-se assim o procedimento de abertura da dobra da massa, de forma a evitar que a sobreposição das suas várias partes não fosse tanta em toda a sua largura, e ajustou-se um dos parâmetros do equipamento relativo à guilhotina assim como a velocidade de corte, a qual foi diminuída. As restantes melhorias implementadas deveram-se a alterações efectuadas a montante, quando repostas as condições básicas do processo: o valor de um dos enfarinhadores do equipamento assim como a temperatura do forno foram ajustados para corresponder ao novo grau de hidratação das massas.

Através da realização de um acompanhamento e monitorização intensivos de todo o processo de fabrico do produto, e sobretudo das etapas iniciais, da utilização de inúmeras metodologias e ferramentas de análise de problemas da qualidade e com as acções de melhoria implementadas, a equipa conseguiu superar o objectivo proposto. O valor do indicador ICS, assim como dos defeitos “diâmetro menor” e “diferença de diâmetros” decresceu significativamente, apresentando durante várias semanas valores muito próximos ou até

mesmo de 0 %, o mesmo que se observou na semana de término do projecto. Como última etapa do projecto, procedeu-se à standardização do processo de fabrico, alterando as IO's necessárias e deixando marcada manualmente a forma correcta de efectuar a dobra da massa. Ficou também definido um plano de monitorização e seguimento do processo de fabrico do produto de forma a mantê-lo no nível alcançado e prevenir possíveis reocorrências de defeitos.

Relativamente aos principais desafios deste trabalho estes prenderam-se sobretudo com o facto de a linha de produção em estudo constituir uma linha de produção industrial com muitos factores a interferir e por isso a fazer variar o resultado do produto final. O facto do estudo se realizar em produções que iriam sair para o mercado constituiu uma limitação, na medida em que não se puderam fazer grandes alterações a nível de quantidades de matérias-primas, uma vez que se correria o risco do produto final não estar conforme, o que iria representar um grande prejuízo para a empresa. Outra limitação que também surgiu no decorrer do projecto, sobretudo no início, prendeu-se com a resistência que alguns amassadores apresentaram às alterações propostas nas quantidades das matérias-primas, fazendo com que fosse necessário a presença constante na sala de amassados, de um membro da equipa de trabalho o que por vezes, dado os horários ou o volume de trabalho não era possível.

A nível futuro ficou definido a importância de proceder a uma melhor standardização da dobra da massa, de forma que as marcas efectuadas manualmente no equipamento fiquem permanentes. No que toca a outros estudos a serem efectuados, uma perspectiva interessante seria aplicar os conceitos e procedimentos desenvolvidos no decorrer deste projecto noutros produtos que possam já ser, ou vir a ser, produzidos na linha do bolo com pepitas de chocolate. Uma outra perspectiva relaciona-se com “adaptar” os mesmos procedimentos e métodos a outras linhas de produção industrial da fábrica de forma a resolver problemas em outros produtos caso estes surjam.

Para finalizar, é sempre muito importante realizar este tipo de projectos de melhoria, com vista a garantir a qualidade dos produtos. Uma vez que o tempo e os recursos disponíveis para um projecto desta natureza são inevitavelmente limitados, estes devem ser realizados em zonas de produção onde são mais necessários, isto é, nos pontos em que as perdas de qualidade (neste caso em particular) sejam maiores, estando o foco sempre voltado para a melhoria contínua do processo e do produto e desta forma, ir ao encontro da completa satisfação das necessidades dos consumidores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ablanedo-Rosas, J. H.; Alidaee, B.; Moreno, J. C.; Urbina, J. (2010) Quality improvement supported by the 5S, an empirical case study of Mexican organisations. *International Journal of Production Research*, 48, 7063-7087.

Alberto, D. (2015) Setor Agroalimentar Em Portugal: Construção das Vantagens Competitivas. VI Congresso de Estudos Rurais, Instituto de Ciências Sociais- Universidade de Lisboa (ICS-UL), p.1-16.

Almeida e Brito, L. B. S. (2014) Melhoria de Processos utilizando metodologias *Lean*- Caso de estudo no setor avícola. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, Instituto Superior Técnico, p.1-35.

Angioloni, A.; Rosa, M. D. (2005) Dough thermo-mechanical properties: influence of sodium chloride, mixing time and equipment. *Journal of Cereal Science*, 41, 327-331.

Arslankaya, S.; Atay, H. (2015) Maintenance management and lean manufacturing practices in a firm which produces dairy products. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 207, 214-224.

Autio, K.; Laurikainen, T. (1997) Relationships between flour/dough microstructure and dough handling and baking properties. *Trends in Food Science & Technology*, 8, 181-185.

Aziz, R. F.; Hafez, S. M. (2013) Applying lean thinking in construction and performance improvement. *Alexandria Engineering Journal*, 52, 679-695.

Bajd, F.; Sersa, I. (2011) Continuous monitoring of dough fermentation and bread baking by magnetic resonance microscopy. *Magnetic Resonance Imaging*, 29, 434-442.

Bakerpedia (2016) Fat, also know as lipids- Ingredients. Disponível em <http://www.bakerpedia.com/ingredients/fat/>, consultado a 14 de Abril de 2016.

Barak, S.; Mudgil, D.; Khatkar, B. S. (2013) Relationship of gliadin and glutenin proteins with dough rheology, flour pasting and bread making performance of wheat varieties. *LWT - Food Science and Technology*, 51, 211-217.

Beck, M.; Jekle, M.; Becker, T. (2012) Impact of sodium chloride on wheat flour dough for yeast-leavened products. II. Baking quality parameters and their relationship. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92, 299-306.

Birch, A. N.; Van den Berg, F. W. J.; Hansen, A. S. (2013) Expansion profiles of wheat doughs fermented by seven commercial baker's yeasts. *Journal of Cereal Science*, 58, 318-323.

Blake, L. H.; Jenner, C. F.; Barber, A. R.; Gibson, R. B.; O'Neill, B. K.; Nguyen, Q. D. (2015) Effect of waxy flour blends on dough rheology and bread quality. *International Journal of Food Science and Technology*, 50, 926-933.

Brandão, S.; Lira, H.L. (2011) Tecnologia de Panificação e Confeitaria. UFRPE/CODAI, Brasil, p.15-101.

- Caponio, F.; Giarnetti, M.; Summo, C.; Paradiso, V. M.; Cosmai, L.; Gomes, T. (2013) A comparative study on oxidative and hydrolytic stability of monovarietal extra virgin olive oil in bakery products. *Food Research International*, 54, 1995-2000.
- Cardoza, E.; Carpinetti, L. C. R. (2005) Indicadores de Desempenho para o Sistema de Produção Enxuto. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC- Brasil, 5, 1-13.
- Carr, L. G.; Tadini, C. C. (2011) Influência da quantidade de levedura e gordura vegetal sobre os parâmetros físicos e de textura no pão tipo francês pré-assado e congelado. Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia Química, Laboratório de Engenharia de Alimentos, 1-5.
- Cerealis (2016) Tabela de Produtos- Marcas e Produtos. Disponível em <http://cerealis.pt/moagens/marcas.php>, consultado a 8 de Abril de 2016.
- Cubadda, F.; Aureli, F.; Raggi, A.; Carcea, M. (2009) Effect of milling, pasta making and cooking on minerals in durum wheat. *Journal of Cereal Science*, 49, 92-97.
- Dewettinck, K.; Van Bockstaele, F.; Kühne, B; Van de Walle, D.; Courtens, T. M.; Gellynck, X. (2008) Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *Journal of Cereal Science*, 48, 243-257.
- DiMuzio, D. T. (2010) *Bread Baking: An Artisan's Perspective*, John Wiley & Sons Inc., New York, p.19.
- Dobraszczyka, B. J.; Morgenstern, M. P. (2003) Rheology and the breadmaking process. *Journal of Cereal Science*, 38, 229-245.
- Domingues, J. P. D. (2013) Aplicação de Ferramentas *Lean* e Seis Sigma numa Indústria de Sistemas de Fixação. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, FCT-UNL, p.7-59.
- Duret, D.; Pillet, M. (2009) Qualidade na Produção. Da ISO 9000 aos Seis Sigma, LIDEL-Edições Técnicas, Lisboa, p.12-80 .
- Engmann, J.; Peck, M. C.; Wilson, D. I. (2005) An experimental and theoretical investigation of bread dough sheeting. *Trans IChemE, Part C, Food and Bioproducts Processing*, 83, 175-184.
- Esteller, M. S.; Yoshimoto, R. M. O.; Amaral, R. L.; Lannes, S. C. S. (2004) Uso de açúcares em produtos panificados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 24, 602-607.
- Fajardo, M. (2011) Ponto de Veu. Disponível em <http://marildafajardo.com.br/2011/03/ponto-de-vu/>, consultado a 22 de Abril de 2016.
- Federação das Indústrias Portuguesas Agroalimentares (2012) Segurança Alimentar. Disponível em <http://www.agroportal.pt/a/2012/fipa.htm>, consultado a 4 de Abril de 2016.
- Fernandes, F. A. P. (2012) Melhoria dos indicadores microbiológicos em linhas de enchimento de cerveja em barril. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia e Segurança Alimentar- Ramo Qualidade Alimentar, FCT-UNL, p.32-37.

- Ferreira, R. G. (2015) Melhoria do desempenho de uma secção de montagem final de uma empresa usando ferramentas *Lean Production*. Dissertação de Mestrado- Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade do Minho- Escola de Engenharia, p.4-14.
- Ferreira, S. S. (2005) Shelf-life em produtos de pastelaria industrial. Dissertação com vista à obtenção da licenciatura em Engenharia Alimentar, Escola Superior Agrária de Santarém, p.13-25.
- Fessas, D.; Schiraldi, A. (2001) Water properties in wheat flour dough I: Classical thermogravimetry approach. *Food Chemistry*, 72, 237-244.
- Fessas, D.; Schiraldi, A. (2005) Water properties in wheat flour dough II: Classical and Knudsen thermogravimetry approach. *Food Chemistry*, 90, 61-68.
- Fierens, E.; Helsmoortel, L.; Joye, I. J.; Courtin, C. M.; Delcour, J. A. (2015) Changes in wheat (*Triticum aestivum* L.) flour pasting characteristics as a result of storage and their underlying mechanisms. *Journal of Cereal Science*, 65, 81-87.
- Gandra, K. M.; Del Bianchi, M.; Godoy, V. P.; Queiroz, F. P. C.; Steel, C. J. (2008) Aplicação de lipase e monoglicerídeo em pão de forma enriquecido com fibras. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28, 182-192.
- Gellynck, X.; Kühne, B.; Van Bockstaele, F.; Van de Walle, D.; Dewettinck, K. (2009) Consumer perception of bread quality. *Appetite*, 53, 16-23.
- George, M. L.; Maxey, J.; Rowlands, D.; Upton, M.; Jaminet, P. (2005) The Lean Six SIGMA Pocket ToolBook: A Quick Reference Guide to Nearly 100 Tools for Improving Process Quality, Speed, and Complexity, 1st Edition, McGraw-Hill, New York, p.8-32.
- Giannou, V.; Kessoglou, V.; Tzia, C. (2003) Quality and safety characteristics of bread made from frozen dough. *Trends in Food Science & Technology*, 14, 99-108.
- Goesaert, H.; Brijs, K.; Veraverbeke, W.S.; Courtin, C.M.; Gebruers, K.; Delcour, J. A. (2005) Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. *Trends in Food Science & Technology*, 16, 12-30.
- Gómez, A.; Ferrero, C.; Calvelo, A.; Añón, M.C.; Puppo, M. C. (2011) Effect of mixing time on structural and rheological properties of wheat flour dough for breadmaking. *International Journal of Food Properties*, 14, 583-598.
- Gonçalves, C. V. M. (2012) Controlo das Linhas de Produção Bolos e Tortas. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia e Segurança Alimentar, FCT-UNL, p.9-45.
- Heitmann, M.; Zannini, E.; Arendt, E. K. (2015) Impact of different beer yeasts on wheat dough and bread quality parameters. *Journal of Cereal Science*, 63, 49-56.
- Herron, C.; Hicks, C. (2008) The transfer of selected lean manufacturing techniques from Japanese automotive manufacturing into general manufacturing (UK) through change agents. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 24, 524-531.

- Hesso, N.; Loisel, C.; Chevallier, S.; Le-Bail, A.; Queveau, D.; Pontoire, B.; Le-Bail, P. (2015) Monitoring cake baking by studying different ingredient interactions: From a model system to a real system. *Food Hydrocolloids*, 51, 7-15.
- Hug-Iten, S.; Escher, F.; Conde-Petit, B. (2001) Structural properties of starch in bread and bread model systems: Influence of an antistaling α -amylase. *Cereal Chemistry*, 78, 421-428.
- Hui, Y. H. (2006) *Bakery Products: Science and Technology*, Blackwell Publishing, Iowa, p.18-21.
- IFS Food. Standard for auditing quality and food safety of food products. Version 6. (2014). Germany: International Featured Standards.
- Ilie, G.; Ciocoiu, C. N. (2010) Application of fishbone diagram to determine the risk of an event with multiple causes. *Management Research and Practice*, 2, 1-20.
- Imai, M. (1986) *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*, McGraw-Hill, New York, p.15-20.
- Indrani, D.; Rao, G. V. (2006) Effect of additives on rheological characteristics and quality of wheat flour parotta. *Journal of Texture Studies*, 37, 315-338.
- Isengard, H. D. (1995) Rapid water determination in foodstuffs. *Trends in Food Science & Technology*, 6, 155-162.
- Ivorra, E.; Amat, S. V.; Sánchez, A. J.; Barat, J. M.; Grau, R. (2014) Continuous monitoring of bread dough fermentation using a 3D vision Structured Light technique. *Journal of Food Engineering*, 130, 8-13.
- Kilborn, R. H.; Preston, K. R. (1982) A dough sheeting and molding property indicator. *Cereal Chemistry*, 59, 171-174.
- Kilborn, R. H.; Tipples, K. H. (1974) Implications of the mechanical development of bread dough by means of sheeting rolls. *Cereal Chemistry*, 51, 648-657.
- Kim, Y.; Cornillon, P. (2001) Effects of Temperature and Mixing Time on Molecular Mobility in Wheat Dough. *Lebensm Wiss u Technology Journal*, 34, 417-423.
- Koga, S.; Böcker, U.; Moldestad, A.; Tosi, P.; Shewry, P. R.; Mosleth, E. F.; Uhlen, A. K. (2015) Influence of temperature during grain filling on gluten viscoelastic properties and gluten protein composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96, 122-130.
- Koolman, J.; Roehm, K. (2005) *Color Atlas of Biochemistry*, 2nd Edition, Thieme, New York, p.39.
- Ktenioudaki, A.; Alvarez-Jubete, L.; Gallagher, E. (2015) A review of the process-induced changes in the phytochemical content of cereal grains: the breadmaking process. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55, 611-619.
- Ktenioudaki, A.; Butler, F.; Gallagher, E. (2011) Dough characteristics of Irish wheat varieties II. Aeration profile and baking quality. *LWT - Food Science and Technology*, 44, 602-610.

- Ktenioudaki, A.; Butler, F.; Gonzales-Barron, U.; Mc Carthy, U.; Gallagher, E. (2009) Monitoring the dynamic density of wheat dough during fermentation. *Journal of Food Engineering*, 95, 332-338.
- Lara, E.; Cortés, P.; Briones, V.; Perez, M. (2011) Structural and physical modifications of corn biscuits during baking process. *LWT - Food Science and Technology*, 44, 622-630.
- Lara, F. V.; Casas, M. A. C.; Nevárez, M. C. G.; Espinoza, B. A. S.; Rubio, A. R. I. (2009) Propiedades reológicas y composición proteica: parámetros de calidad en harinas de líneas experimentales de trigo. *BIOtecnica*, 2, 29-36.
- Le Blanc, A. (2008) Le Petrisage. Disponível em http://lamainalapate.asso-web.com/uploaded/Cours1_P%C3%A9trissage.pdf, consultado a 18 de Maio de 2016.
- Lewicki, P. P. (2004) Water as the determinant of food engineering properties. A review. *Journal of Food Engineering*, 61, 483-495.
- López-Tenorio, J. A.; Rodríguez-Sandoval, E.; Sepúlveda-Valencia, J. U. (2015) The Influence of Different Emulsifiers on the Physical and Textural Characteristics of Gluten-Free Cheese Bread. *Journal of Texture Studies*, 46, 227-239.
- Mahadevappa, J.; Groß, F.; Benning, R.; Delgado, A. (2015) Development of an inline measurement technique to assess the quality of wheat dough during the sheeting process. *Journal of Cereal Science*, 64, 183-188.
- Manisha, G.; Soumya, C.; Indrani, D. (2012) Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloids and emulsifiers for replacement of sugar in cakes. *Food Hydrocolloids*, 29, 363-373.
- Mariotti, M.; Alamprese, C. (2012) About the use of different sweeteners in baked goods. Influence on the mechanical and rheological properties of the doughs. *LWT - Food Science and Technology*, 48, 9-15.
- Masai, P.; Parrend, P.; Zanni-Merk, C. (2015) Towards a Formal Model of the Lean Enterprise. *Procedia Computer Science*, 60, 226-235.
- Melton, T. (2005) The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83, 662-673.
- Mignogna, R.; Fratianni, A.; Niro, S.; Panfili, G. (2015) Tocopherol and tocotrienol analysis as a tool to discriminate different fat ingredients in bakery products. *Food Control*, 54, 31-38.
- Módenes, A. N.; Martins da Silva, A.; Trigueros, D. E. G. (2009) Avaliação das propriedades reológicas do trigo armazenado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29, 508-512.
- Mondal, A.; Datta, A. K. (2008) Bread baking - A review. *Journal of Food Engineering*, 86, 465-474.
- Moraes, K.; Zavareze, E.; Miranda, M.; Salas-Mellado, M. (2010) Technological evaluation of cookies with lipid and sugar content variations. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30, 233-242.
- Murray, R. K.; Granner, D. K.; Mayes, P. A.; Rodwell, V. W. (2003) *Harper's Illustrated Biochemistry*, 26th Edition, McGraw-Hill, New York, p.108.

- Nitzke, J. A.; Thys, R. C. (2012) Avaliação da Qualidade Tecnológica/ Industrial da Farinha de trigo- Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Disponível em <http://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/avaliacao-farinha-trigo/creditos.php>, consultado a 18 de Maio de 2016.
- Noorwali, A. (2013) Apply Lean and Taguchi in different level of variability of food flow processing system. *Procedia Engineering*, 63, 728-734.
- Offrede, G. P. (2015) Produção de pão com recurso a pré-fermentos. Desenvolvimento de produtos numa unidade de panificação. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Gastronómicas, FCT-UNL, p.5-18.
- Ohno, T., 1996. O Sistema Toyota de Produção – Além da produção em larga escala, Bookman, Porto Alegre, p.10-80.
- Ortiz, C. A., 2006. Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line, CRC Press- Taylor & Francis Group, New York, p.7-39.
- Panrico (2016) Panrico- Produtos Alimentares, Id^a- Quem Somos. Disponível em <http://www.panrico.com/por/companyia.html>, consultado a 4 de Março de 2016
- Pareyt, B.; Finnie, S. M.; Putseys, J. A.; Delcour, J. A. (2011) Lipids in bread making: Sources, interactions, and impact on bread quality. *Journal of Cereal Science*, 54, 266-279.
- Pereira de Sousa, R. M. (2011) Melhoria do processo de extrusão na indústria dos pneus. Tese de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade do Minho- Escola de Engenharia, p.5-19.
- Pereira, E. P. R.; Amorim, E. O. C.; Ambiel, H. C. I.; Chang, Y. K. (2009) Influência de agentes oxidantes sobre as propriedades reológicas de massas de farinha de trigo branca e de grão inteiro e sobre o volume específico de pão francês. *Brazilian Journal of Food Technology*, 12, 161-171.
- Pereira, Z. L.; Requeijo, J. G. (2012) Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos, 2^a Edição, Fundação FCT, Lisboa, p.9-50.
- Peruchi, L. C.; Nunes, L. D.; Arantes de Carvalho, G. G.; Guerra, M. B. B.; Almeida, E.; Rufini, I. A.; Santos Jr., D.; Krug, F. J. (2014) Determination of inorganic nutrients in wheat flour by laser-induced breakdown spectroscopy and energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry. *Spectrochimica Acta Part B*, 100, 129-136.
- Pico, J.; Bernal, J.; Gómez, M. (2015) Wheat bread aroma compounds in crumb and crust: A review. *Food Research International*, 75, 200-215.
- Pinto, J. P. (2014) Pensamento *Lean*. A filosofia das organizações vencedoras, 6^a Edição Atualizada, LIDEL- Edições Técnicas, Lisboa, p.3-107.
- Portaria nº 254/2003. Relativa à fixação das normas técnicas relativas à definição, caracterização, composição, acondicionamento, rotulagem, métodos de análise, tolerâncias analíticas e comercialização das farinhas destinadas à panificação e a outros fins e das sêmolos destinadas ao fabrico de massas alimentícias e a usos culinários. *Diário da República*, N.º 66, I Série-B, 19 de Março de 2003, 1861.

- Purlis, E. (2010) Browning development in bakery products- A review. *Journal of Food Engineering*, 99, 239-249.
- Pyler, E. J.; Gorton, L. A. (2008) *Baking Science & Tecnology*. Vol. I: Fundamentals & Ingredients, 4th Edition, Sosland Publishing Company, Kansas City, p.437-459 .
- Pyler, E. J.; Gorton, L. A. (2009) *Baking Science & Tecnology*. Vol. II: Formulation & Production, 4th Edition, Sosland Publishing Company, Kansas City, p.3-28.
- Raghavan, C. V.; Babu, R. S.; Chand, N.; Rao, P. N. S. (1996) Response surface analysis of power consumption of dough sheeting as a function of gap, reduction ratio, water, salt and fat. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 33, 313-321.
- Reda, S. Y.; Carneiro, P. I. B. (2007) Óleos e gorduras: Aplicações e implicações. *Revista Analytica*, 27, 60-64.
- Rezaei, M. N.; Dornez, E.; Jacobs, P.; Parsi, A.; Verstrepen, K. J.; Courtin, C. M. (2014) Harvesting yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) at different physiological phases significantly affects its functionality in bread dough fermentation. *Food Microbiology*, 39, 108-115.
- Riera, J. B.; Salcedo, R. C.; Alegret, P. L. (2004) *Química y Bioquímica de los Alimentos II*, Publicacions i Edicions- Universitat de Barcelona, Barcelona, p.92-97.
- Ronayne, P.; Brites, C.; Ferrero, C.; Arocha, M.; Leon, A. E. (2009) Efecto de los tratamientos tecnológicos sobre la calidad nutricional y saludable de panes y productos de panadería. In: Mariane Lutz, Alberto Edel. Aspectos nutricionales y saludables de los productos de panificación, León Editores, Chile, p.120-146.
- Sayaslan, A. (2004) Wet-milling of wheat flour: industrial processes and small-scale test methods. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie Journal*, 37, 499-515.
- Scheuer, P. M.; Francisco, A.; Zavariz de Miranda, M.; Limberger, V. M. (2011) Trigo: Características e utilização na panificação. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 2, 211-222.
- Shah, R.; Ward, P.T. (2007) Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25, 785-805.
- Shimura, R. (2011) A importância do balanceamento da receita. Disponível em <https://rogerioshimura.wordpress.com/2011/09/12/balanceamento-de-receitas-i/>, consultado a 10 de Maio de 2016.
- Sopelana, P.; Arizabaleta, I.; Ibargoitia, M. L.; Guillén, M. D. (2013) Characterisation of the lipidic components of margarines by 1H Nuclear Magnetic Resonance. *Food Chemistry*, 141, 3357-3364.
- Struck, S.; Jaros, D.; Brennan, C. S.; Rohm, H. (2014) Sugar replacement in sweetened bakery goods. *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 1963-1976.
- Suman, M.; Silva, G.; Catellani, D.; Bersellini, U.; Caffarrab, V.; Careri, M. (2009) Determination of food emulsifiers in commercial additives and food products by liquid chromatography/atmospheric-pressure chemical ionisation mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1216, 3758-3766.

- Sumnu, S. G.; Sahin, S. (2008) Food Engineering Aspects of Baking Sweet Goods, 1st Edition, Taylor & Francis Group, Flórida, p.283.
- Taveira, A. P. G. (2015) Avaliação da Sustentação da Metodologia *Lean* numa Organização: Caso de Estudo na EDP Produção. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, FCT-UNL, p.5-13.
- Toyosaki, T.; Sakane, Y. (2013) Effects of salt on wheat flour dough fermentation. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 5, 84-89.
- Turia, A.; Goncalves, G.; Mocana, M. (2014) Challenges and competitiveness indicators for the sustainable development of the supply chain in food industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 124, 133-141.
- UNIFA (2015) La boulangerie d'aujourd'hui. Disponível em <http://www.unifa.be/start/publicaties/fr>, consultado a 22 de Abril de 2016, p.5-35.
- Van Der Borght, A.; Goesaert, H.; Veraverbeke, W. S.; Delcour, J. A. (2005) Fractionation of wheat and wheat flour into starch and gluten: overview of the main processes and the factors involved. *Journal of Cereal Science*, 41, 221-237.
- Verdú, S.; Ivorra, E.; Sánchez, A. J.; Barat, J. M.; Grau, R. (2015) Relationship between fermentation behavior, measured with a 3D vision structured light technique, and the internal structure of bread. *Journal of Food Engineering*, 146, 227-233.
- Verheyen, C.; Albrecht, A.; Elgeti, D.; Jekle, M.; Becker, T. (2015) Impact of gas formation kinetics on dough development and bread quality. *Food Research International*, 76, 860-866.
- Wacker (2012) Melhorar a extensibilidade da Massa com L-Cisteína de fonte vegetal. Disponível em http://www.wacker.com/cms/media/publications/downloads/6882_PT.pdf, consultado a 17 de Abril de 2016.
- Wang, F.; Chen, K. (2012) Application of Lean Six Sigma to a panel equipment manufacturer. *Total Quality Management & Business Excellence*, 23, 417-429.
- Wehrle, K.; Grau, H.; Arendt, E. K. (1997) Effects of Lactic Acid, Acetic Acid, and Table Salt on Fundamental Rheological Properties of Wheat Dough. *Cereal Chemistry*, 74, 739-744.
- Wilderjans, E.; Luyts, A.; Brijs, K.; Delcour, J. A. (2013) Ingredient functionality in batter type cake making. *Trends in Food Science & Technology*, 30, 6-15.
- Wilkinson, C.; Dijksterhuis, G. B.; Minekus, M. (2000) From food structure to texture. *Trends in Food Science & Technology*, 11, 442-450.
- Witczak, M.; Ziobro, R.; Juszczak, L.; Korus, J. (2016) Starch and starch derivatives in gluten-free systems- A review. *Journal of Cereal Science*, 67, 46-57.
- Womack, J. P.; Jones, D. T. (2003) *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (Revised Edition), Free Press & Simon & Schuster, New York, p.9-25.
- Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D. (1990) *The Machine that Changed the World*. Free Press, New York, p.9-35.

Zhu, F. (2014) Influence of ingredients and chemical components on the quality of Chinese steamed bread- Review. Food Chemistry, 163, 154-162.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO I- PLANO DE ACÇÕES

O Plano de acções de melhoria (Tabela A.1) corresponde a uma ferramenta que consiste num plano de actividades propostas, a desenvolver pelo grupo de trabalho, no âmbito da melhoria do indicador ICS e consequentemente nas características físicas do bolo com pepitas de chocolate.

Tabela A.1: Plano de acções de melhoria construído pela equipa de trabalho.

ZONA	ANOMALIA	MEDIDAS IMPLEMENTADAS	RESPONSÁVEL	TIPO DE ACÇÃO	DATA DE FECHO
AMASSADOS	Incumprimento na ordem de colocação das matérias-primas no amassado.	Monitorização do processo de amassado e respectivo acompanhamento para verificação do cumprimento de colocação das matérias-primas.	Grupo de Trabalho	R.C.B ²	27-Out.
	Interferência da quantidade e estado da água introduzida na massa.	Monitorização do processo de amassado e respectivo acompanhamento para verificação do cumprimento da quantidade especificada.	Grupo de Trabalho	R.C.B	29-Dez.
	Quantidade de levedura adicionada não concordante com o especificado.	Monitorização do processo de amassado e respectivo acompanhamento para verificação do cumprimento da quantidade especificada.	Grupo de Trabalho	R.C.B	29-Dez.
	Temperatura das massas fora do intervalo especificado	Monitorização do processo de amassado e respectivo acompanhamento para verificação do cumprimento do tempo de batido e do intervalo de temperaturas definido.	Grupo de Trabalho	R.C.B	27 Out.
LAMINAÇÃO E FORMAÇÃO	Dobra mal equilibrada	Abertura da dobra de forma a que a sobreposição das três partes desta não seja tanta em toda a largura da massa.	Grupo de Trabalho	Acção de Melhoria	29-Dez.
	Enfarinhador com valor demasiado elevado	Ajuste do valor do enfarinhador de acordo com o grau de hidratação da massa de forma a permitir que esta cole correctamente.	Grupo de Trabalho	Acção de Melhoria	29-Dez.

² R.C.B- Reconstituição de condições básicas

Tabela A.1: Plano de acções de melhoria construído pela equipa de trabalho (continuação).

ZONA	ANOMALIA	MEDIDAS IMPLEMENTADAS	RESPONSÁVEL	TIPO DE ACÇÃO	DATA DE FECHO
CORTE	Especificação da velocidade da máquina desajustada	Ajuste do valor de um dos parâmetros do equipamento relativo à guilhotina e redução da velocidade de corte, diminuindo assim o número de cortes de bolos por minuto.	Grupo de Trabalho	Acção de Melhoria	29 Dez.
	Equipamentos de transporte dos bolos até à entrada dos tabuleiros na câmara de fermentação desajustados	Ajuste do retráctil e do empurrador de tabuleiros e verificação das molas do agitador de tabuleiros.	Grupo de Trabalho	R.C.B	27 Out.
COZEDURA	Bolo pouco cozido devido ao ajuste da quantidade de água no amassado.	Aumento da temperatura do forno em 5°C devido ao aumento da quantidade de água.	Grupo de Trabalho	Acção de Melhoria	10 Dez

ANEXO II- CARTAS DE CONTROLO

As cartas de controlo referentes à variação dos parâmetros “diâmetro menor”, “diferença de diâmetros” e “peso” (figuras A.1, A.2 e A.3, respectivamente) constituem uma ferramenta que permite avaliar a forma como estes parâmetros variaram nos bolos com pepitas de chocolate recolhidos e analisados no decorrer de todo o projecto de forma a concluir qual o efeito das acções implementadas sobre estes. Em todas as figuras representaram-se as cinco fases do projecto assim como os valores especificados para cada um dos parâmetros avaliados.

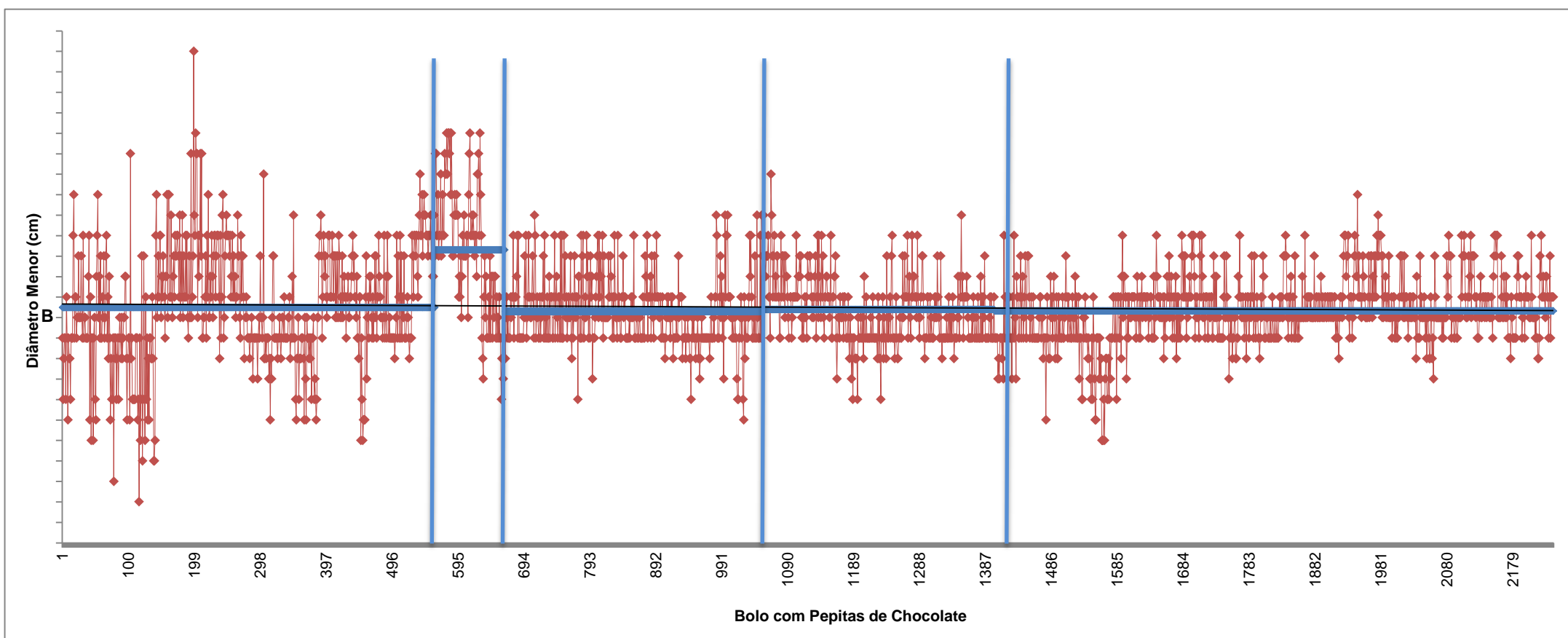


Figura A.2: Carta de controlo referente à variação do parâmetro “diâmetro menor” no bolo com pepitas de chocolate no decorrer do projecto.

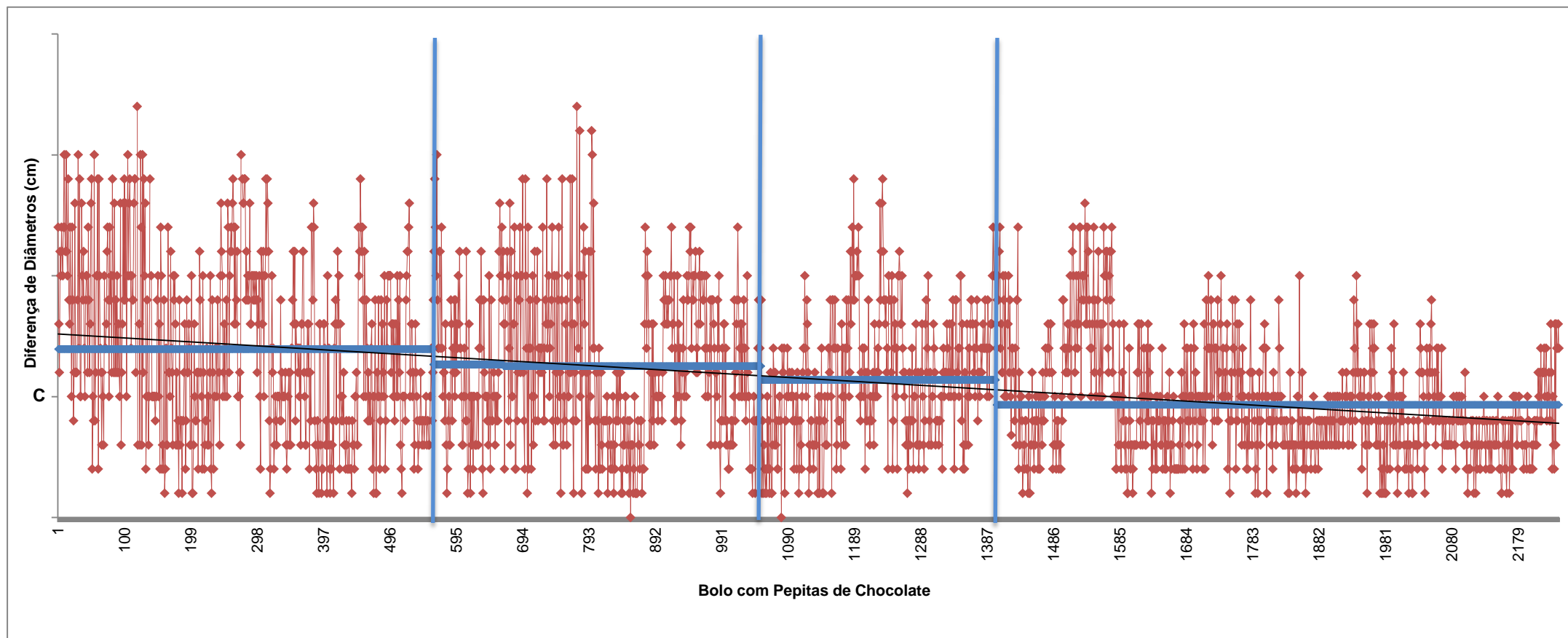


Figura A.4: Carta de controlo referente à variação do parâmetro “diferença de diâmetros” no bolo com pepitas de chocolate no decorrer do projecto.

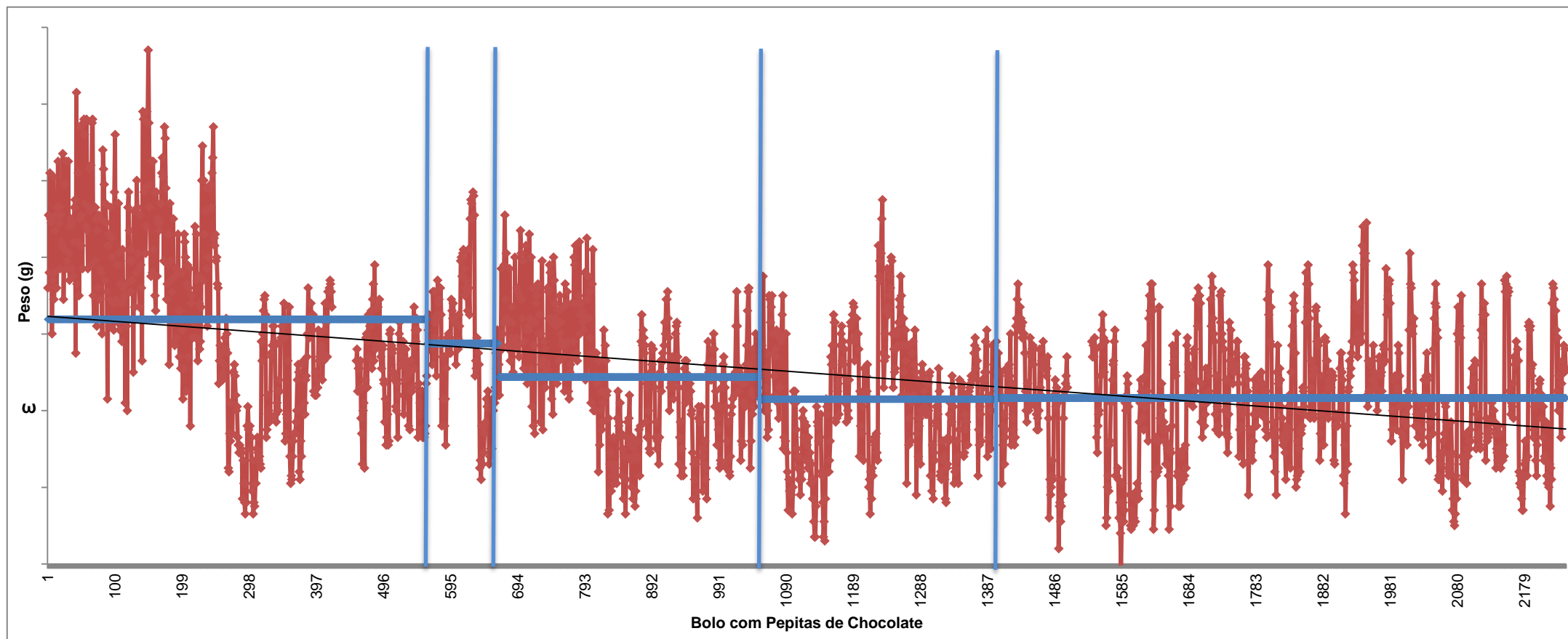


Figura A.5: Carta de controlo referente à variação do parâmetro “peso” no bolo com pepitas de chocolate no decorrer do projecto.

